

823
Nachlaß von Prof. N. Malta

ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT

Herausgegeben von

Professor Dr. Richard Wettstein
Wien

Unter redaktioneller Mitarbeit von

Prof. Dr. Erwin Janchen und Prof. Dr. Gustav Klein
Wien Mannheim

Band LXXX, Drittes Heft

Mit 18 Textabbildungen und 1 Tafel

(Abgeschlossen am 15. Juni 1931)



Wien
Verlag von Julius Springer
1931

Österr.
bot. Z

Preis: RM 10,80

Die „Österreichische Botanische Zeitschrift“

erscheint in einem Gesamtumfang von jährlich etwa 24 Bogen, in 4 einzeln berechneten Heften.

Zuschriften, welche den Bezug der Zeitschrift oder sonstige Verlagsangelegenheiten betreffen, sowie erledigte Korrekturen sind an den Verlag Julius Springer, Wien I, Schottengasse 4, zu richten; Manuskriptsendungen an den Herausgeber oder an die Schriftleitung der Österreichischen Botanischen Zeitschrift, Wien III, Rennweg 14.

Die Verfasser erhalten 50 Sonderabdrucke ihrer Arbeit kostenfrei. Über die Freixemplare hinaus bestellte Exemplare werden berechnet. Die Herren Mitarbeiter werden jedoch in ihrem eigenen Interesse ersucht, die Kosten vorher vom Verlag zu erfragen.

Verlag Julius Springer.

80. Band

Inhaltsverzeichnis

3. Heft
Seite

Lohwag Heinrich, <i>Bovista membranacea</i> , eine neue Art aus Ostafrika. (Mit Tafel XI und 4 Textabbildungen).....	177
Furlani Johannes, Studien über die Elektrolytkonzentration in Böden. V. Salz-, Steppen- und Auenböden	190
Klein Gustav, Siersch Edith und Linser Hans, Zum mikrochemischen Nachweis freier Phenole in der Pflanze. (Mit 12 Textabbildungen)	223
Martinovský Jan Otakar, Einige interessante Blätter- und Blüten- abnormitäten an <i>Adoxa Moschatellina</i> L. (Mit 2 Textabbildungen)..	250
Meyer Kurt, Die Einschleppung von Pflanzen mit Südfruchtsendungen	265
Besprechungen	271
LÄMMERMAYR L., Vergleichende Studien über die Pflanzendecke ost- steirischer Basalte und Basalttuffe. I. Teil. — ULBRICH E., Über eigenartige alloiophylle Riesenformen von <i>Anemone nemorosa</i> L. mit <i>Urocystis</i> -Befall.	
Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw.	271
Akademie der Wissenschaften in Wien. — Gesellschaft für Pflanzen- züchtung in Wien. — Deutsche Kakteen-Gesellschaft. — X. Inter- nationaler Gartenbau-Kongreß. — VI. Internationaler Kongreß für Vererbungswissenschaft.	
Personalnachrichten	272

Nachlass von Prof. N. Maltz

***Bovista membranacea*, eine neue Art aus Ostafrika**

Von

Heinrich Lohwag (Wien)

(Mit Tafel XI und 4 Textabbildungen)

F. u. R. WETTSTEIN sammelten oberhalb der Bismarckhütte am Kilimandjaro im Dezember 1929 eine *Bovista*, welche in Größe und Farbe an die auf unseren Bergen häufige *Bovista nigrescens* Pers. erinnert. Nimmt man die Pilze in die Hand, so wird sofort ein großer Unterschied in der Festigkeit der Peridie fühlbar: *Bovista nigrescens* hat eine derbere Peridie, so daß beim Drücken Geräusche wie beim Zerknitern steiferen Papiers hörbar sind, während der afrikanische Pilz fast keinen Widerstand entgegensetzt und wie Seidenpapier knistert. Wegen seiner dünnen Peridie soll dieser Pilz *Bovista membranacea* heißen. Damit soll nicht gesagt sein, daß alle anderen Boviste dickhäutiger sind. Es sei nur auf *Bovista hungarica* Holl. verwiesen, die zumeist als *B. nigrescens* angesehen wird, sich von dieser jedoch außer anderen Merkmalen durch die sehr dünne Peridie unterscheidet. Ferner fällt einem bei dem Afrikaner die winzige Mundöffnung auf. Bei dem einen von den zwei mir zur Untersuchung übergebenen Exemplaren beträgt sie nur wenige Millimeter, beim anderen ist sie einen halben Zentimeter weit, während sie bei *B. nigrescens* 2 cm aber auch viel mehr messen kann. Bei der kleinen Öffnung und dem durch das Capillitium im Innern erzeugten Druck ist bei der Zartheit der Peridie verständlich, daß das eine Exemplar einen langen, seitlichen, und zwar ziemlich meridionalen Riß aufweist.

Der Afrikaner ist schmutzigbronzebraun und glänzt ähnlich wie *B. nigrescens* an manchen Stellen fast metallisch, während ein großer Teil der Peridie scheinbar von Erdteilchen matt erscheint. Bei genauerer Betrachtung mit der Lupe zeigt sich jedoch, daß diese matten Stellen der Peridie (= Endoperidie) von flockig-körnigen Resten der Exoperidie verursacht werden. Reichlicher und etwas kräftiger finden sich diese Körnchen auf der Oberseite des Pilzes und besonders um die Mundöffnung. Der körnige Überzug läßt die Oberfläche bei leichtem Darüberstreichen als rau erscheinen. Da nun *Bovista nigrescens* als glatt und glänzend beschrieben wird, könnte man hierin ein deutliches Unterscheidungsmerkmal der beiden Pilze vermuten. Da jedoch die Exoperidie pseudo-

parenchymatischen Aufbau hat und ich bei meinen Experimenten mit *Trichaster melanocephalus* Czern. (1925) und *Geaster triplex* (1929) Erfahrungen über die veränderliche Beständigkeit pseudoparenchymatischer Geflechte gemacht hatte, mußte sich mir die Frage aufdrängen, ob nicht die aus der Anwesenheit der Körnchen ersichtliche größere Beständigkeit der Exoperidie bei *Bovista membranacea* in den klimatischen Verhältnissen ihre Erklärung finde und ob nicht bei uns unter ähnlichen Bedingungen auch bei *Bovista nigrescens* dergleichen zu beobachten ist. Bei den Lycoperdaceen ist bekanntlich die flockige Gleba von einer zähen, aus Fasern zusammengesetzten Endoperidie umgeben, die außen von der pseudoparenchymatischen, $\pm$ flüchtigen Exoperidie bedeckt ist. Bei den Geastraceen ist die Reihenfolge der beiden Schichten gerade umgekehrt, indem die äußere, lederzähe Peridienschichte aus Fasern aufgebaut ist, während die sich nach innen anschließende Peridienschichte pseudoparenchymatischen Aufbau besitzt. Beim sternförmigen Aufreißen dieser doppelschichtigen Exoperidie und dem Zurückbiegen der Sternlappen kommt dann die Faserschicht nach unten, die pseudoparenchymatische Schichte nach oben zu liegen. Mir war bei *Trichaster* und später bei *Geaster triplex* geglückt, geschlossene und von ihrer Unterlage entfernte Fruchtkörper künstlich zum Springen zu bringen, während man bis dahin geglaubt hatte, daß von ihrem natürlichen Standort entfernte *Geaster*-Fruchtkörper nie mehr zum Aufspalten gebracht werden können. Es beruht jedoch das Aufspringen auf genügender Zufuhr von Wasser, welches die Pseudoparenchymsschichte zu enormer Quellung und dadurch die Faserschichte zum Platzen bringt. Durch stärkere Kontraktion der letzteren Schichte auf der Außenseite infolge rascheren Wasserverlustes auf dieser Seite erfolgt die Zurückbiegung der Sternstrahlen. Da die Pseudoparenchymsschichte dieser Oberflächenvergrößerung nicht nachkommt, zerbricht sie durch Quersprünge in Schollen, welche nun manchmal ganz abfallen, manchmal aber oben auf der Faserschichte eintrocknen und als ganz dünne geschrumpfte Hautfetzen erhalten bleiben. Dies hängt nun von der Wasserzufuhr, bzw. -abgabe ab. Wird nach dem Aufspalten von oben weiters Wasser zugeführt, so quillt die Pseudoparenchymsschichte noch weiter auf und verliert den ohnehin lockeren Zusammenhang mit der Faserschichte. Wenn jedoch durch rascheren Wasserverlust eine Schrumpfung eintritt und sich dabei das Gewicht der Schollen außerordentlich vermindert, dann haften die Stücke immer fester, bis sie endlich als Häute nicht mehr leicht heruntergewaschen werden können. Natürlich ist der erste Fall in der Natur bei sehr feuchter Witterung und noch mehr bei Regen gegeben; letzterer wäscht allein mechanisch die lose haftenden Stücke herunter. Tritt nach dem Aufschirmen trockenes Wetter ein und trifft gar Sonne den Pilz, so verliert die Pseudoparenchymsschichte rasch ihr Wasser und verschrumpft.

Nun sind bei den beiden erwähnten *Bovista*-Arten ähnliche Außenfaktoren bei immerhin ähnlicher Exoperidie tätig. Da hier aber kugelige Fruchtkörper gegenüber sternförmigen vorliegen, so wird die obere Hälfte ähnlichen Verhältnissen ausgesetzt sein wie die Pseudoparenchymsschichte der Sternlappen, während die untere Hälfte, welche dem feuchten Untergrund zugekehrt ist, meist von feuchter Luft umgeben sein wird und daher die Exoperidie meist verlieren wird. Hiezu kommt noch der Umstand, daß die gequollenen Teilchen der Exoperidie an den Seiten und noch mehr an der Unterseite der Schwerkraft folgend leicht abgleiten. Bei feuchter Witterung, bzw. Regen wird daher die ganze Exoperidie herunterfallen, bzw. heruntergewaschen werden. Wenn jedoch Trockenheit eintritt, wird die Exoperidie schrumpfen und zu Fetzen, Flocken oder Körnchen zerreißen und rasch ein- und aufdrocknen.

Unser Pilz vom Kilimandjaro wuchs unter denselben Bedingungen wie bei uns die Pilze auf hohen Bergen: In der Nacht infolge reichlichen Taues feucht, mit auffallenden Sonnenstrahlen rasch trocknend.

Wir wollen uns also umsehen, wie häufig bei unserer *Bovista nigrescens* Reste der Exoperidie erhalten bleiben, und werden, falls dies bei dem überall als glatt und glänzend beschriebenen Pilze oft der Fall ist, umgekehrt schließen können, daß es auch bei unserer afrikanischen *Bovista*-Art unter bestimmten Verhältnissen möglich sein kann, daß ihr die Körnchen fehlen, um so mehr, als sie ja tatsächlich zum Teile kahl und glänzend ist. Zunächst untersuchte ich Exemplare von höher gelegenen Standorten. Im Herbar des Botanischen Institutes der Universität Wien liegt in einer Kapsel ein von K. RECHINGER (1899) gesammeltes Exemplar von Alpenwiesen auf dem Dürrenstein (Niederösterreich), welches nur spärliche Reste aufweist. Einige von Direktor HEINRICH HUBER (Wiener-Neustadt) im Juli 1926 auf dem Ochsenboden (Schneeberg, Niederösterreich) gesammelte Exemplare zeigen schon reichlichere Reste der Exoperidie. Als ich Herrn Hofrat R. WETTSTEIN von meinen Bemühungen um Vergleichsmaterial von hohen Bergen erzählte, übergab er mir von ihm ebenfalls auf dem Ochsenboden im Oktober 1927 gesammelte Exemplare, an denen die eingetrocknete Exoperidie um die Mundöffnung herum eine weißlichgraue schuppige bis auffällig felderige Bekleidung bildet. Diese drei schönen Exemplare sind in Fig. 1 (Taf. XI) abgebildet. Das oberste Exemplar zeigt teils schuppige, teils schwachfelderige Skulpturierung, das rechte ist deutlich rissiggefledert. Die große Mundöffnung ist gut zu sehen, doch ist der ursprünglich gekerbte Rand nicht mehr vorhanden. Durch tiefe Meridionalrisse und Querrisse, die meist den Grenzlinien der Felder folgen, lösen sich eckige Fetzen ab und erweitert sich die Mundöffnung. An den beiden unteren Exemplaren reicht die weißliche Bekleidung bis beiläufig in die Mitte des Fruchtkörpers. Am linken Exemplar ist die Unterseite zur Darstellung gebracht: sie ist kahl, daher glänzend;

ferner sind diese Exemplare tief gefaltet und zeigen um die Myzelansatzstelle spornartige Vorwölbungen, wie eine solche auch am obersten Exemplar links unten hervorlugt. Zum Vergleich soll in Fig. 2 (Taf. XI) *Bovista membranacea* (in beiden Bildern schräg von oben) vorgeführt werden. Am rechten Exemplar ist von links her ein großer Riß zu sehen. Von der Spitze dieses Risses gegen oben hin liegt auf halbem Wege die winzige Mundöffnung; ähnlich ist die Lage des Mundes am anderen Exemplar. Am Bilde sind ferner die feinkörnige Bekleidung, die glänzenden freien Partien und die Knitterung der zarten Peridie gut zu erkennen.

HOLLÓS (1904) erwähnt bei *Bovista nigrescens*: „Der Schleier wird bisweilen netzartig braun, erhält netzartige Zeichnung“. Auf Taf. XXII in Fig. 40 bringt er ein derart genethtes Exemplar, das also unseren abgebildeten gleichkommt, und bemerkt dazu in der Tafelbeschreibung: „Netzartig verbräunendes, abnormales Exemplar (*β reticulatus* Hazsl.)“.

Wir können diese Skulpturierung zwar nicht als häufig, aber auch nicht als abnormal bezeichnen.

Nun untersuchte ich noch Exemplare der verschiedensten Standorte aus dem Berliner Herbar. Bei drei im Winter bei Berlin gesammelten Exemplaren (Herb. EHRENBURG) treten die Exoperidienreste als dünne, lichtere Hautfetzen auf, die bei dichter Lage die Peridie fleckig bis felderig erscheinen lassen. Ein anderes Exemplar (leg. P. HENNINGS, Aug. 1924, Müggelberge) ist durch die Exoperidienreste graufleckig, ebenso ein Exemplar aus den „*Fungi Britannici exsiccati*“ (Aug. 1874). Ein Exemplar von Mustiala (KARSTEN, „*Fungi Fennici*“) ist auf der Unterseite durch häutige Überreste dunkler gefleckt.

Bei Lupenbetrachtung kann man fast an allen Exemplaren von *Bovista nigrescens* solche Reste feststellen. Mithin können wir diese Erscheinung nicht als abnormal ansehen und können bei *Bovista membranacea* wohl mit gutem Rechte erwarten, daß auch noch andere als die zwei untersuchten Exemplare die Bekleidung zeigen werden. Jedenfalls unterscheidet sie sich durch ihre kleiig-körnige Beschaffenheit von der schuppig-häutigen von *B. nigrescens*.

Als zweites auffälliges Merkmal kommt, wie schon erwähnt, die kleine Mundöffnung in Betracht, welche nur einige Millimeter im Durchmesser hat. Die kleinen Kerben sind nur mit der Lupe gut zu sehen. Ich untersuchte Exemplare von *Bovista nigrescens* aus den verschiedensten Gegenden, auch Rußland, Finnland, Costarica (s. später), und fand, daß der Längsdurchmesser 1 cm, meist aber 2 cm und mehr betrug. Dabei ist der Rand grob gekerbt, so daß die Kerben schon mit freiem Auge gut sichtbar sind.

Um über den Aufbau der dünnen Peridie klar zu werden, verfertigte ich Mikrotomschnitte von *Bovista membranacea* und vergleichsweise von *Bovista nigrescens* und färbte mit Kallichrom, womit sich die Exoperidie bläut.

Textabbildung 1 stellt die Verhältnisse bei *Bovista membranacea* dar. Der äußerste dunkel gefärbte, teilweise aus losen Stücken bestehende Streifen ist die Exoperidie. Sie mißt ohne die losen Flocken 20—32 μ und besteht in diesem Teil aus parallel zur Oberfläche laufenden, zirka 2—4 μ breiten Hyphen. Die aufgesetzten Flocken, Reste der Körnchen, enthalten zum Teile viel großlumigere Elemente, doch ist Genaueres nicht zu sagen, dazu wären jüngere Exemplare nötig. Doch sah ich in Zupfpräparaten nach Behandlung mit Kalilauge wiederholt blasig-flaschenförmige Zellen (von z. B. 20 μ Quer- und 32 μ Längsdurchmesser), wie sie ja häufig die Flockenteile der Exoperidie der Lycoperdaceen zusammensetzen. An den fädigen Teil der Exoperidie, der auch vollständig fehlen kann, schließt sich die Endoperidie an, deren äußerster Teil enger verflochten ist. Die Hyphen sind 2—3 μ dick und ziemlich festwandig. Nach innen wird das Geflechte lockerer und es mischen sich bis 4 μ dicke, dunkler gefärbte Hyphen darunter, die nach innen zu allein die Peridie bilden. Diese im Bilde dunklen Hyphen sind jedenfalls die Enden der Capillitiumäste, da weiter innen, schon in der Gleba, ganz ähnliche Hyphen



Abb. 1. Peridie und ein Teil der Gleba von *Bovista membranacea*. Aufgenommen mit der Cerny-Kamera von Reichert.

von größerer Dicke und dunklerer Farbe zu konstatieren sind. Im mittleren Teile unserer Textfigur beträgt die Dicke der Endoperidie samt der Lage angeschlossener Capillitiumfäden 120 μ . Dann folgt eine im Präparate durch ihre bläuliche Farbe gut unterscheidbare und die letzten Reste des Hymeniums darstellende Zone aus verquollenen Zellen, welche die noch deutlichen Kammern begrenzen. Zu innerst ist eine dichte Lage von braunen Sporen mit Bruchstücken des Capillitiums zu sehen. Der Schnitt ist meridional geführt.

In Textabbildung 2 ist zum Vergleiche die Peridie von *Bovista nigrescens* zu sehen. Zu äußerst Reste der Exoperidie, dann folgt die hier ebenfalls ganz an der Peripherie fester geschlossene Endoperidie. Dieser Teil ist im Bilde ganz dunkel und in der Mitte zum Teil brückenartig erhoben und vom unteren Teile getrennt. Die Hyphen der Endoperidie sind zirka 2 μ stark, doch mischen sich nach innen stärkere Fäden darunter,

es sind wiederum die Capillitiumfadenenden. Nach innen zu ist keine scharfe Grenze, da hier die Gleba bereits ganz destruiert war und keine Blaufärbung eintrat. Es ist aus dem Bild ohneweiters ersichtlich, daß hier die Endoperidie mehr als doppelt so dick ist. Ich messe in der Mitte des Bildes zirka $300\ \mu$ Dicke. Der Schnitt ist im Gegensatz zu Textabbildung 1 quer geführt. In beiden Fällen beteiligt sich an der Bildung der Peridie das Capillitium. Es stellt somit die Endoperidie eine tramale

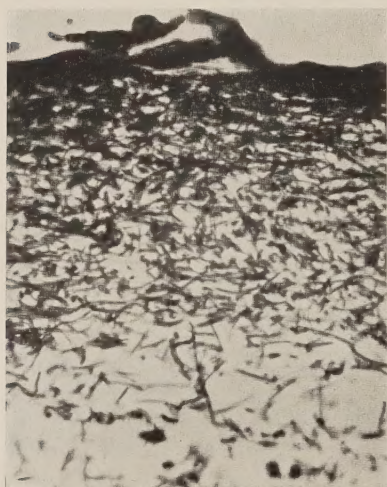


Abb. 2. Peridie von *Bovista nigrescens* vom Schneeberg (leg. H. HUBER). Aufgenommen mit der Cerny-Kamera von Reichert.

Peridie dar, wie ich (1926, I u. II) darlegte, während die Exoperidie eine hymeniale ist. Trotz jahrelanger Untersuchungen habe ich noch nicht das geeignete Objekt gefunden, bei welchem die Verhältnisse so liegen würden, daß sie für Demonstrationszwecke geschaffen wären. Daher will ich nicht weiter darauf eingehen.

Was nun das oft erwähnte Capillitium anlangt, so sind die Stammstücke bei *B. nigrescens* dicker. Die Wände der Fasern unserer beiden Boviste unterscheiden sich bezüglich ihrer Stärke ganz bedeutend. Ich hebe dies schon deshalb hervor, weil auf dieses wichtige Merkmal in den Beschreibungen nicht Rücksicht genommen wird. In ENGLER u. PRANTL (1900) ist

von ED. FISCHER das Capillitium von *Bovista nigrescens* mit richtiger Wandstärke wiedergegeben, hingegen fehlt diese bei HOLLÓS (a. a. O., Taf. 22, Fig. 46). Ich konnte bei Ästen vom Durchmesser 24 (bzw. 12) μ wiederholt Wandstärken von 6 (bzw. 4) μ messen, d. h. also, daß die Wandstärke bis zu $\frac{1}{4}$, ja $\frac{1}{3}$ des Hyphendurchmessers erreicht. Bei *B. membranacea* maß ich bei 24 (bzw. 12) μ Hyphendurchmesser 2 (bzw. 1) μ Wandstärke; die Wand des ersteren ist also drei- bis viermal so dick, was natürlich im Mikroskop schon bei schwacher Vergrößerung auffällt. Dies zeigen die zwei folgenden Textabbildungen. Auch ist ersichtlich, daß die Äste bei *B. nigrescens* stärker werden können. Während eine Dicke von $24\ \mu$ bei *B. membranacea* schon zu den stärksten gehört, ist $28\ \mu$ bei *B. nigrescens* sehr häufig. Die Bilder lassen ferner gut erkennen, daß die Fäden des Afrikaners viel weniger stark wellig verbogen und auch weniger verzweigt sind.

In Textabbildung 3 sind etwas rechts oben von der Mitte in einem dreieckigen Ausschnitte knapp nach einer Gabelung an zwei Ästen zahnartige Vorsprünge zu sehen. Um sie besser zur Darstellung zu bringen, mußte das Bild dunkler kopiert werden und wurde daher dieser Ausschnitt auf Taf. XI (Fig. 3) nochmals wiedergegeben. Die zwei kleinen Fortsätze sind gewiß verkümmerte Zweige. Auf ähnliche Weise kann man sich die Dornen der Capillitiumfasern von *Mycenastrum* entstanden denken.

Die Vergrößerung der Textfig. 3 und 4 ergibt sich durch Vergleich mit den Sporen, die, wenn auch in geringer Zahl, vorhanden sind.

Die Sporen sind bei *B. nigrescens* kugelig und messen $5-6\mu$, bei *Bovista membranacea* sind sie fast immer eiförmig, und zwar mit dem spitzeren Ende am Stielchen befestigt. Die Länge beträgt $5-6\mu$, die Breite $4-4,5\mu$. Auffällig ist der lange und dünne Schwanz: er mißt 12 bis 16μ . In Fig. 4, Taf. XI sind zahlreiche Sporen in einer Luftblase

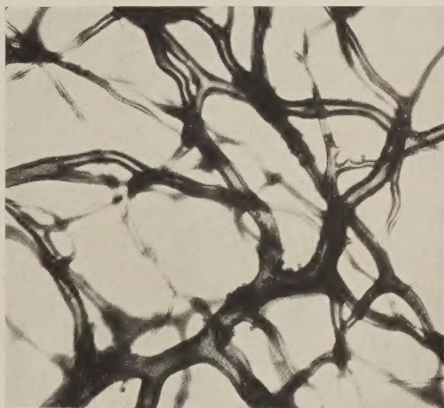


Abb. 3. Capillitium von *Bovista nigrescens*. Äste dickwandig, kurzwellig gebogen, reich verzweigt. Aufgenommen mit Cerný-Kamera.

aufgenommen, deren dunkler Rand sich deutlich (links) abhebt. Die Stielchen und die Skulptur der Sporen sind in einer Luftblase deutlicher zu sehen. Zum Vergleiche wurde mit der Zeiss'schen Mikrobank eine Aufnahme in Glycerin gemacht: Fig. 5, Taf. XI. In beiden Bildern sind die Sporen vollständig glatt zu sehen; ebenso ist der Öltropfen gut zu erkennen. Was nun die Sporen von *B. nigrescens* anbelangt, welchen Pilz wir nun einmal zum Vergleiche so oft herangezogen haben, so erging es mir ähnlich wie bei der Peridie: Wie diese als glatt bezeichnet wird, während ich sie fast immer mit Resten der Exoperidie bekleidet fand, so werden die Sporen als glatt bezeichnet, während ich sie feinwarzig sehe. Die in HOLLÓS (a. a. O., Taf. 22, Fig. 46) abgebildeten Sporen sind oval und vollständig glatt. Dabei sind die Warzen der Sporen schon bei schwacher Vergrößerung wahrnehmbar. Ich ließ es mir viele Arbeit kosten nachzuweisen, daß bei den Exemplaren der verschiedensten Gegenden das Merkmal zutrifft. Daher untersuchte ich daraufhin nicht nur Exemplare der Wiener Herbarien, sondern auch solche des Berliner

Herbars: von P. HENNINGS determinierte Exemplare aus Berlin, Müggelberge, Birkenwerda, Oderberg, ein von ROSTRUP bestimmtes Exemplar aus Island, Exemplare der „Flora marchica“ (Fundort Tamsel), der „Flora Lipsiensis“ (von WINTER gesammelt), der „Fungi Britannici exsiccati“, der „Fungi Fennici“, Exemplare aus Thüringen (det. SYDOW), aus Duberow, von Moskau und Costarica (H. PITTIER und TH. DURAND, „Plantae costaricensis exsiccatae“. Da hier jedoch die Sporen länger gestielt, das Capillitium in dicken Ästen dunkelrot, wenig verästelt und

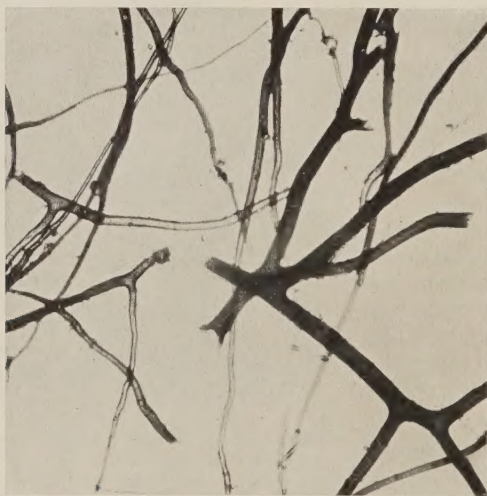


Abb. 4. Capillitium von *Bovista membranacea*. Äste dünnwandig, viel weniger gebogen und verzweigt. Aufgenommen mit Cerny-Kamera.

verbogen erscheint, so liegt hier meines Erachtens eine andere Art vor.) Bei allen konnte ich die Warzen der Sporen nachweisen, wenn auch nicht bei jeder einzelnen Spore, so doch bei den meisten. Oft ist eine Spore von einer hellen Zone umgeben, welche warzig erscheint. Diese helle Zone ist das Perispor und es handelt sich bei nichtwarzigen Sporen jedenfalls um junge oder nicht völlig ausgereifte Sporen. Man kann bei warzigen Sporen auch anderer Pilze feststellen, daß zuerst ein helles glattes Perispor vorhanden ist und später dann Skulpturen auftreten. MALENÇON (1930) hat einige solche Fälle bei den Ascomyceten und Basidiomyceten in ihrer Entwicklung beschrieben und abgebildet, so bei *Lycoperdon atropurpureum* Vitt. eine junge Spore mit hyalinem Perispor, eine ältere, bei welcher sich Warzen im Perispor zeigen und endlich die freien Warzen.

Auch COKER und COUCH (1928) bringen auf mehreren Tafeln deutlich Sporen mit Perispor. Sie schreiben, daß *Bovista pila* und *B. nigrescens*, von denen nur erstere in Amerika vorkomme, nach HOLLÓS und LLOYD leicht dadurch unterschieden werden können, daß *B. nigrescens* ovale Sporen mit einem langen Stiel habe. Ich sehe die Sporen rund; die Angabe „lang“ ist mit Bezug auf *B. pila* richtig. HOLLÓS (a. a. O.) schreibt von den Sporen von *B. pila*: „sitzend oder mit kleinem Stiele“. Der Ausdruck sitzend ist falsch, aber verzeihlich. Wir bezeichnen im Deutschen etwas, das ohne Stiel irgendwo entspringt, als sitzend. Aber es ist nicht alles Ungestielte „sitzend“. Dies könnte man von den Sporen von *B. pila* nur sagen, wenn sie ohne Sterigmen an den Basidien säßen. Letztere bilden COKER and COUCH auf Taf. 114 ab und sie zeigen deutlich Sterigmen von zirka 1 bis 2facher Sporenlänge. Der Ausdruck sitzend ist daher irreführend und hat es zu heißen: Sporen ohne Stielchen oder nur mit einem winzigen Rest von kaum 1 μ Länge. Hier bricht also die Spore bei der Reife am Ende des Stielchens ab.

Interessant ist, daß HOLLÓS (a. a. O.) bei *Bovista tomentosa* (Vitt.) de Toni schreibt, daß sie fein punktierte, schwach warzige Sporen hat. „Die Rauheit der Sporen ist schon bei 750facher Vergrößerung sichtbar und bei tausendfacher stark in die Augen springend. Gerade infolge dieser Erscheinung kann man *Bovista tomentosa* (Vitt.) de Toni gut von *B. nigrescens* Pers. und *B. plumbea* Pers. unterscheiden, deren Sporen glatt sind.“ Bei *B. tomentosa* sah ich, nebenbei bemerkt, viele Stielchen von 12 μ Länge, während HOLLÓS als Maß 8—10 μ angibt.

Auch bei *Lycoperdon pusillum* fiel HOLLÓS die Rauigkeit der Sporen auf. Er schreibt a. a. O.: „Sporen . . . kugelig, glatt, oft mit kleinem Stiel . . . (Obwohl die Sporen dieses Pilzes in allen Arbeiten als glatt bezeichnet sind, so erscheinen sie bei aufmerksamer Untersuchung, besonders bei tausendfacher Vergrößerung oder in der Luft betrachtet auch schon bei 750facher, warzig.“

Hier fällt noch mehr auf, daß HOLLÓS die Warzigkeit der Sporen von *B. nigrescens* übersehen hat, da er selbst schon die Erfahrung gemacht hatte, daß bei Beobachtung in Luft bereits bei schwächerer Vergrößerung die Warzigkeit von Sporen zu erkennen ist. Diese Erfahrung sammelt jeder, der sich mit Lycoperdaceen beschäftigt. Denn es bilden sich immer unter dem Deckglas infolge des feinen Sporenstaubes und des wolligen Capillitiums lästige Luftblasen, die man mit Alkohol zu vertreiben nicht immer Zeit hat. So kommt man darauf, daß wenigstens für die Beobachtung der Sporenskulpturen diese Erscheinung Vorteile bringt.

Ich habe viel Mühe und Zeit darauf verwendet, durch eine Mikraufnahme darzulegen, daß die Sporen von *B. nigrescens* deutlich warzig sind, und zwar sind sie es noch deutlicher als die Sporen von *Lycoperdon pusillum*. Doch stellten sich Flüssigkeits- und Luftströmungen infolge

der langen Beleuchtung ein und kamen noch die Erschütterungen durch den Wagenverkehr dazu. Ein Teil der Aufnahmen ist in Fig. 6 und 7 der Taf. XI wiedergegeben. Fig. 6 zeigt Sporen in einer Luftblase, Fig. 7 Sporen überhaupt nur in Luft eingeschlossen. Letztere Aufnahme wurde mit der Tungsraphotlampe ausgeführt, wodurch die Expositionsdauer und hiemit die Gefahr der Erschütterung stark abgekürzt werden konnte. Auf beiden Bildern ist die Rauigkeit der Sporen wohl deutlich zu erkennen, zumeist auch der Öltropfen zu sehen. Die Sporen stammen von den in Tafelfig. 1 dargestellten Exemplaren. Ich kann sie nur als kugelig, aber nicht als oval bezeichnen.

Bei einer Spore sah ich an der Basis eine deutliche scheibenförmige Erweiterung, wie ich sie für das ebenfalls von WETTSTEIN in Afrika gesammelte *Catostoma juglandiforme* als charakteristisch beschrieben habe (1930), wo ich auch betonte (S. 281), daß sie ganz selten auch bei *B. nigrescens* zu finden sei.

Bei der Durchsicht des Berliner Herbars konnte ich bei *Bovista hungarica* Holl., welche als *B. nigrescens* determiniert war, feststellen, daß sich das Stielchen sehr häufig am basalen Ende kegelig erweitert, ja manehmal noch Stücke der Basidienwand bis zu $3\ \mu$ Breite mitgenommen hat. HOLLÓS (a. a. O.) hebt hervor, daß die Stielchen stumpf enden. Wenn bei den anderen Bovisten, wo ich gleichdicke Stielchen sehe, immer geschrieben wird „Stielchen zugespitzt“, so ist verständlich, daß es bei diesem Pilz, dessen Stielchen ich unten erweitert sehe, heißt: Stielchen stumpf. Die Krümmung des Stielchens ist für diesen Pilz sehr charakteristisch und fehlt nur selten. HOLLÓS hebt hervor, daß die Peridie sehr dünn ist, was tatsächlich gegenüber *B. nigrescens* auffällt. HOLLÓS gibt die Peridie als grau an, was ich nicht bestätigen kann, besser wäre graubraun. So bildet er sie auch Taf. 22, Fig. 28 prachtvoll ab.

Was das Capillitium von *B. hungarica* anlangt, so habe ich folgende von HOLLÓS nicht erwähnte Eigenschaften beobachtet: Erstens sind die dickeren Capillitiumäste dunkelbraunrot gefärbt, ferner sind die Zweige dünnwandiger als bei *B. nigrescens* (z. B. bei $20\ \mu$ Hyphendurchmesser Wandstärke $3\text{--}4\ \mu$), dann sind die Hauptäste schwächer, endlich zeigt die Innenwand der Fäden manchmal warzige bis leistenförmige Verdickungen, so daß die Äste von der Fläche gesehen, gekörnt oder zellig aussehen. Jüngere Äste zeigen dies häufiger und auffälliger.

Ganz schwach zeigt diese Erscheinung auch unser Afrikaner, so daß manche Äste aussehen, als wenn sie einen körnigen Inhalt hätten.

Die den Capillitiumfasern außen anhaftenden hyalinen Partikelchen scheinen ebenfalls bei *Bovista hungarica* am reichlichsten vorhanden zu sein.

Die von mir soeben angegebenen Merkmale des Capillitiums von *B. hungarica* haben ihre Verlässlichkeit in einem interessanten Fall er-

geben. G. FEURICH wies (1928) auf das Vorkommen dieses Pilzes in Sachsen hin. Er sandte die Pilze an HOLLÓS, der sie als *B. nigrescens* bestimmte, was FEURICH nicht von seiner Meinung abbrachte (s. 1928). Ich bat daher Herrn FEURICH um die Exemplare und fand alle von mir angegebenen Merkmale des Capillitiums, nur ein klein wenig stärker war die Wand mancher Fäden; doch ist sie noch immer schwächer als die von *B. nigrescens*. Dazu kommen jetzt noch die dünnere Peridie und die gekrümmten Sporenstiele. Die Sporen sind rund und schwachwellig bis -warzig.

Diese beiden Merkmale, Wanddicke und Innenwandskulptur, müßten bei Beschreibungen berücksichtigt werden, da sonst leicht Verwechslungen vorkommen können. Viele der bisher beschriebenen *Bovista*-Arten sind in den Diagnosen so kurz gehalten, daß ein Wiedererkennen ohne Herbarmaterial ganz ausgeschlossen ist.

Schließlich muß noch erwähnt werden, daß die stärkeren Capillitium-äste bei *B. membranacea* ein düsteres Braunrot aufweisen, hingegen die von *B. nigrescens* ein helleres Gelbrot. Die Sporenfarbe ist ziemlich gleich, sie geht von braun in schwachpurpurn, wie es in der Diagnose von *B. nigrescens* in SACCARDO (1888) heißt. Auch dort werden die Sporen sphäroid oder subsphäroid genannt; das hyaline Stielchen wird mit $10\ \mu$ Länge und $1,5\ \mu$ Breite angegeben. Auch bei *B. membranacea* ist das Stielchen farblos. Bei beiden Pilzen ist die Gleba schließlich schokoladefarben.

Wir haben uns bemüht, die Eigenschaften des Afrikaners gerade mit *Bovista nigrescens*, ebenfalls einem Gebirgspilz, in Vergleich zu setzen und fanden folgende zehn unterscheidende Merkmale:

Die Peridie ist sehr dünn und die Exoperidie in körnigen Resten vorhanden. Die Mundöffnung ist klein. Die Sporen sind eiförmig, glatt, sehr lang gestielt, das Stielchen dünner. Das Capillitium ist schwächer, dünnwandig, düster rotbraun, manchmal innen skulpturiert.

Die Beschreibung des neuen Pilzes lautet:

Bovista membranacea, n. sp. Der kugelige Fruchtkörper hat zirka 4—5 cm Durchmesser. Die Endoperidie ist schmutzig-bronzebraun, von kleiig-körnigen Resten der Exoperidie zum Teil bedeckt. Die nackten Stellen sind glatt und fast metallisch glänzend. Die Exoperidie besteht aus einer fädigen Schicht, auf der sich die aus blasig-flaschenförmigen Zellelementen aufgebauten Körner erheben. Die Endoperidie ist nur zirka $120\ \mu$ dick, aus peripher dicht geschlossenen, 2—3 μ dicken Hyphen zusammengesetzt. Die Hyphen lockern sich gegen innen immer mehr und es mischen sich immer zahlreicher bräunliche und dickere Fäden, die Enden der Capillitiumfasern darunter. Capillitium dünnwandig: bei 24 (bzw. 12) μ Hyphendurchmesser 2 (bzw. 1) μ Wandstärke, wenig

wellig verbogen, schwach verzweigt, düster rotbraun. Manche Äste besitzen winzige warzige innere Wandverdickungen, so daß sie gekörnt aussehen. Gleba im reifen Zustande schokoladefarben. Sporen glatt, eiförmig, am spitzeren Ende gestielt, braun, schließlich schwach purpurbraun, $5-6\mu$ lang, $4-4,5\mu$ breit. Stielchen meist $12-16\mu$ lang, hyalin, gleichdick, etwas dünner als die von *B. nigrescens*.

Die Sporen werden durch eine winzige, nur einige Millimeter messende Mundöffnung, welche fein gezähnt-gekerbt ist, entlassen. Manchmal zerrißt die Peridie unabhängig von der Mundöffnung.

An grasig-steinigen Stellen, oberhalb der Bismarckhütte (2750 m) am Kilimandjaro, Ostafrika, gefunden im Dezember 1929 von F. u. R. WETTSTEIN.

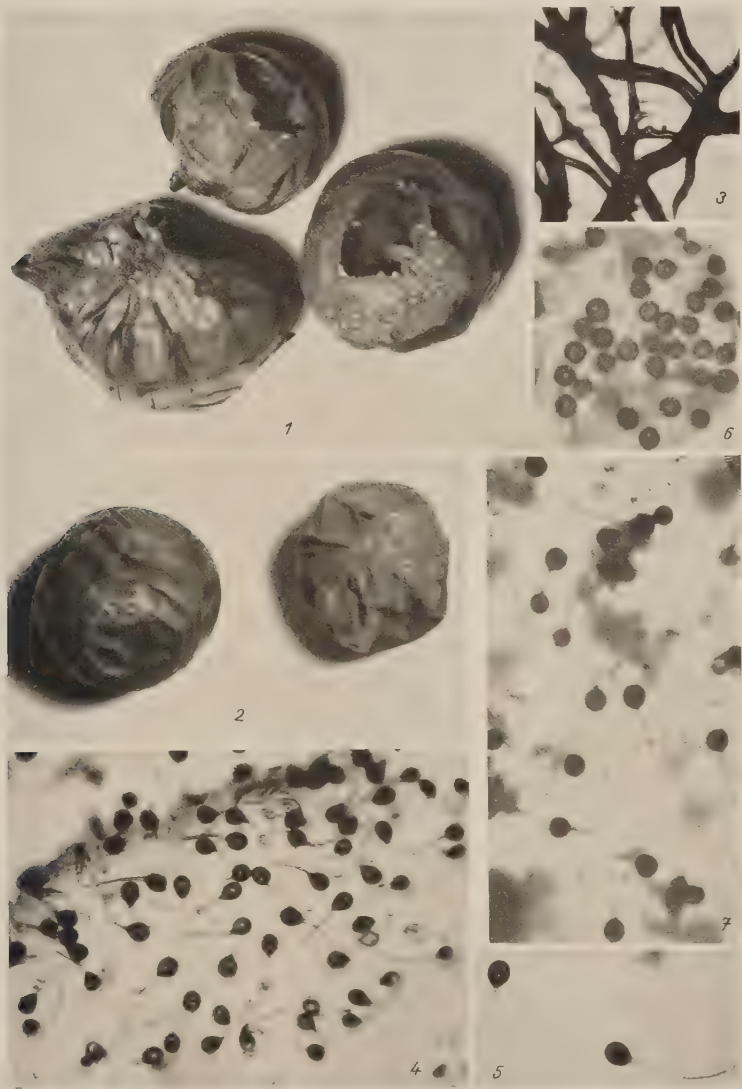
Zusammenfassung des Neuen

1. *Bovista membranacea*, n. sp.
2. Die Sporen von *Bovista nigrescens* sind warzig.
3. Die Peridie von *B. nigrescens* trägt oft schuppige bis häutige Reste der Exoperidie besonders um die Mundöffnung und ist dann nicht glatt und glänzend.
4. Das Capillitium von *Bovista hungarica* Holl. ist dunkelbraunrot, gegenüber dem von *B. nigrescens* dünnwandig (bei 20μ Hyphendurchmesser Wandstärke $3-4\mu$), oft mit warzigen bis leistenförmigen inneren Wandverdickungen versehen, so daß diese Äste gekörnt oder zellig aussehen.

Literatur

- Coker W. C. and Couch J. N., 1928. The *Gasteromycetes* of the Eastern United States and Canada. Chapel Hill.
- Feurich G., 1928. Ungarischer Bovist, *Bovista hungarica* Holl. Ztschr. f. Pilzkunde, S. 119.
- Fischer E. in ENGLER A. und PRANTL K., 1900. Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. T., I. Abt. **
- Hollós L., 1904. *Gasteromycetes Hungariae*.
- Lohwag H., 1925 *Trichaster melanocephalus* Czern. Arch. f. Protistenk., 51. Bd.
- 1926. I. Zur Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Gasteromyceten. Beih. z. Botan. Centralbl., Abt. II, 42. Bd.
- 1926. II. Die Homologien im Fruchtkörperbau der höheren Pilze. Biologia generalis, II. Bd.
- 1929. Mykologische Studien. II. *Geaster triplex* Jungh. Arch. f. Protistenk., 65. Bd.
- 1930. *Catastoma juglandiforme*, ein afrikanisches Gastromycet. Österr. bot. Zeitschr., 79. Bd.
- Malençon G., 1930. Observation sur les ornements des spores chez les Champignons. Archives de Botanique.
- Saccardo P., 1888. Sylloge fungorum, VII. Bd.

Lohwag H., *Bovista membranacea*



Erklärung Tafel XI

Fig. 1. *Bovista nigrescens* Pers. vom Schneeberg. Um die Mundöffnung schuppig bis rissig gefeldert. Unterseite kahl, glänzend, faltig mit sackartigen Vorwölbungen. Mundöffnung groß.

Fig. 2. *Bovista membranacea* n. sp. von der Bismarckhütte am Kilimandjaro. Winzige Mundöffnung, kleiig-körnige Bedeckung, zum Teil nackt und glänzend. Infolge der dünnen Peridie reißend (rechtes Exemplar) und mit vielen Knitterfalten versehen. Fig. 1 und 2 phot. bei kleinster Blende. 1 Sek. mit der Tungsraphotlampe von H. u. K. LOHWAG.

Fig. 3. Ein Stück der Textabb. 3 (*Capillitium* von *B. nigrescens*) mit dornartigen Fortsätzen an 2 Ästen. Aufgen. mit Cerny-Kamera von Reichert.

Fig. 4 und 5. Sporen von *Bovista membranacea*: Fig. 4 in einer Luftblase, aufgen. mit Cerny-Kamera, Fig. 5 mit der mikrophotogr. Vorr. von Zeiss.

Fig. 6 und 7. Sporen von *Bovista nigrescens* Pers. Fig. 6 in einer Luftblase bei gewöhnlichem Mikroskopierlicht, Fig. 7 in Luft mit der Tungsraphotlampe aufgenommen, und zwar beide mit der Czerny-Kamera. Die Sporen sind deutlich warzig, rund; die Stielchen etwas dicker und beiläufig halb so kurz wie die von *B. membranacea*.

Studien über die Elektrolytkonzentration in Böden

V. Salz-, Steppen- und Auenböden*

Von

Johannes Furlani (Wien)

1. Bemerkungen über Probleme und Methoden der edaphischen Forschung

Im vorhergehenden Abschnitte dieser Studien habe ich ausgeführt¹, daß für Hochgebirgsböden außer der Größenordnung der Elektrolytkonzentration in besonderem Maße die Amplitude der Schwankungen dieser Bodensaftkonzentrationen an verschiedenen Standorten charakteristisch erscheint. In Böden über kristallinen Gesteinen sind diese Oszillationen gering gegenüber den Schwankungen in Karbonatböden. Es wird nun im V. Abschnitte dieser Studien gezeigt werden, daß solche Schwankungen in der Konzentration der Bodenlösungen auch an Standorten des Flachlandes, der Halophyten, Steppen und Auenböden feststellbar sind und eine von anderen Standortsfaktoren abhängige, charakteristische Größe darstellen. Es sind in der Zwischenzeit zwischen der Abfassung des vorigen Abschnittes dieser Studien und der Niederschrift des jetzigen eine Reihe von Publikationen erschienen, die die edaphische Forschung in diese Richtung hinweisen. So äußert sich BENECKE² über das Vorkommen von *Agriopyrum junceum* nur in Küstennähe, „daß Widerstandsfähigkeit gegen eine bestimmte Salzkonzentration sich nicht zu decken braucht mit Resistenz gegen schnellen Wechsel im Salzgehalte des Substrates“. STOCKER sagt von den Steppenpflanzen³, daß „gerade der jähe Wechsel der Existenzbedingungen der Saugwurzeln, diese ungeheure Sprunghaftigkeit, auf den ganzen Wasserhaushalt und damit auf die ganze Vitalität der Steppenpflanzen den tiefgehendsten Einfluß hat.“ Die Ergebnisse der Keimungsversuche

* Die Teile I und II dieser Arbeit erschienen in dieser Zeitschrift, Bd. LXXIX (1930), S. 1—31, die Teile III und IV ebenda, S. 193—230.

¹ Siehe Österr. Bot. Zeitschr., 1930, H. 3, S. 204 ff.

² W. BENECKE, Zur Biologie der Strand- und Dünenflora I. Ber. d. d. bot. Ges., XLVIII, 1930, H. 4, S. 127—139, speziell S. 139.

³ O. STOCKER, Über die Messung von Bodensaugkräften und ihrem Verhältnis zu den Wurzelsaugkräften. Festschr. z. 70. Geburtstag von FRIEDR. OLTMANN. Zeitschr. f. Bot., Bd. 23, 1930, S. 27—56.

GASSNERS⁴ mit *Poa*-Arten zeigen, daß das Studium der Thermik an Pflanzenstandorten besonders die Größe der vorkommenden Temperaturschwankungen ins Auge zu fassen hat, da GASSNER maximale Keimprozentage von *Poa*-Arten nur bei Verwendung geeigneter Temperaturkombinationen, also intermittierender Temperaturen erhielt.

P LEHMANN stellt für humöse Böden des Lechnergrabens bei Lunz am See⁵, deren Lösungskonzentrationen von mir untersucht worden waren (siehe vorherg. Abschn. d. Studien), fest, daß die Schwankungen des CO₂-Gehaltes der Bodenluft an ein und demselben Standorte größer sind, als wenn man die Mittel von verschiedenen Standorten, wo der CO₂-Gehalt gemessen wurde, vergleicht. Die von mir an denselben Standorten beobachteten pH-Schwankungen können mit diesem Ergebnisse LEHMANNs in Einklang gebracht werden. Es hat darum ökologisch wenig Wert, wenn, abgesehen von besonders sauren oder stärker alkalischen Böden, für einen bestimmten Standort, für eine Pflanzengesellschaft, bestimmte pH-Werte angegeben werden, ohne daß sie auf bestimmte Faktoren bezogen werden, insbesondere auf Wassergehalt und Temperatur des Standortes bei der Messung. Die pH-Werte eines Bodens werden vielfach nicht mit dem unveränderten Boden, sondern mit nach bestimmtem Rezept — das eine gleichartige Arbeitsmethode für alle Untersucher sichern soll — präpariertem Bodenmaterial gewonnen. pH-Messungen für ökologische Zwecke sollen aber die natürlichen Verhältnisse soweit als möglich wiedergeben und müssen deshalb mit frischem, unverändertem Material durchgeführt werden. Dies gilt insbesondere für Karbonatböden, da ich eine temperaturabhängige Erhöhung der Löslichkeit des Ca-Karbonats in Suspensionen (siehe III. Abschnitt dieser Studien) festgestellt habe, und der größeren Ca(OH)₂-Löslichkeit bei tieferer Temperatur ein höheres pH entsprechen muß. In Übereinstimmung hiemit als auch mit meinem Befunde (IV. Abschn. d. Stud.), daß die Konzentrationen der Bodensäfte in Karbonatböden größeren Schwankungen unterliegen als im Kristallin, stehen die Ergebnisse der pH-Messungen in Tatraböden von WLODEK, indem Granitböden kleine, Dolomitböden Schwankungen zwischen pH 4·7 und 6·9 zeigten⁶.

⁴ G. GASSNER, Untersuchungen über die Wirkung von Temperatur und Temperaturkombinationen auf die Keimung von *Poa pratensis* und anderen *Poa*-Arten. Festschr. z. 70. Geburtstag von FRIEDR. OLTMANNs. Zeitschr. f. Bot., Bd. 23, 1930, S. 767—838.

⁵ P. LEHMANN, Messungen der freien Kohlensäure in und über dem Boden an einigen bioklimatischen Stationen des Lunzer Gebietes. Österr. Botan. Zeitschr., Bd. LXXX, 1931, H. 2, S. 98—107.

⁶ J. WLODEK und K. STRZEMIENSKI, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen den Pflanzenassoziationen und der Wasserstoffionenkonzentration in den Böden des Chocholowska-Tales. (Bull. Acad. Pol. Sc. et Lett., B., Cracovie 1925).

Auch KLAPP findet ja weitere Reaktionsbereiche für Pflanzengesellschaften im allgemeinen⁷. Er bezweifelt mit Recht, daß die in Kulturversuchen, die ja mit mehr weniger gleichartigem Bodensubstrat durchgeführt werden, ermittelten Reaktionsansprüche einer Art zu Schlüssen auf den Reaktionsbereich an natürlichen Standorten berechtigen. LUNDEGÄRDH gibt zu, daß ökologisch „vielfach eine gewisse Unschärfe des pH-Optimums bestehen dürfte“⁸. Die Bezeichnung einer Art als Standortsindikator für gewisse engere Reaktionsbereiche kann nur für einige extreme Pflanzenvereine gelten, wie die Hochmoorgesellschaften einerseits, die Bewohner frischer Auenböden die Alkali- steppen- und Salzpflanzen anderseits.

Über die Wasserversorgungsverhältnisse am Standorte ist man bestrebt, sich durch die Untersuchung der Saugkräfte des Bodens ein Bild zu machen. Da liegen aus der letzten Zeit die Untersuchungen GRADMANNS in methodischer Hinsicht⁹, STOCKERS¹⁰ und HARDERS¹¹ über nordafrikanische Wüstenböden, vor. STOCKER weist auf die hohe Bedeutung der Salzkonzentration der Bodenlösung für die Wasserversorgung der Pflanzen der ägyptischen Wüste hin, HARDER wieder findet für nordalgerische Böden hohe Saugkräfte auch bei entsalzten Böden. Die verwendeten Untersuchungsmethoden waren einerseits die URSPRUNGSche, anderseits die HANSEN-GRADMANNSche. Nun setzt sich die Saugkraft einer Bodenstelle zusammen aus der Kapillaraktivität an dieser Stelle und aus dem osmotischen Drucke der hier vorhandenen Lösungskonzentration (Kolloide + Salze). Daß HARDER mit der URSPRUNGSchen Methode die befriedigenderen Resultate erhält, erscheint verständlich, wenn man bedenkt, daß der Salzgehalt seiner Böden, wie er angibt, im Vergleich zu dem der von STOCKER untersuchten Böden gering war. Es ist also bei seinen Böden, wie ja auch seine Versuche durch Auswaschung der leicht löslichen Salze beweisen, im wesentlichen bedingt durch die Kapillaraktivität des Feinbodens. Diese wird durch die URSPRUNGSche Methode besser erfaßt als durch die HANSEN-GRADMANNSche, bei welcher wieder die Feststellung der Molarkonzentration der Lösung im Vordergrund des Interesses steht. Bei Böden von Art der STOCKERSchen tritt

⁷ J. KLAPP, Studien über Zusammenhänge von Bodenreaktion, Verbreitung der Wiesenpflanzen, Wiesentypen, Wiesenerträge. Landw. Jahrb., 71, 930.

⁸ H. LUNDEGÄRDH, Boden und Klima, S. 304. Jena (Fischer), 1925.

⁹ H. GRADMANN, Untersuchungen über die Wasserverhältnisse des Bodens als Grundlage des Pflanzenwachstums I. Jahrb. f. wiss. Bot., LXIX, 1928, H. 1, S. 1—100.

¹⁰ O. STOCKER, Der Wasserhaushalt ägyptischer Wüsten und Salzpflanzen. Bot. Abh., H. 13. Jena 1928.

¹¹ R. HARDER, Über den Wasser- und Salzgehalt und die Saugkräfte einiger Wüstenböden Beni-Unifs. Jahrb. f. w. Bot., LXXII, 1930, H. 5, S. 665—699.

zufolge der hohen Konzentrationen ihrer Lösungen diese Saugkraftkomponente in den Vordergrund und wird mit der GRADMANNSchen Methode vorteilhaft gemessen. Diese auf osmotischem Druck beruhende Saugkraftkomponente ist auch unter allen Umständen an der Oberfläche der Pflanzenwurzel wirksam. Anders liegen die Verhältnisse bei der Kapillarkomponente.

Kapillare Saugkräfte treten nur an der Grenze von drei Phasen auf, wenn eine feste, eine flüssige und eine gasförmige Phase des Bodensystems, welch letztere gegen die flüssige Phase nicht im Gleichgewicht steht, zusammentreffen. Im Innern einer Flüssigkeit, die an eine feste Wand grenzt, in einem Zweiphasensystem, gibt es keine kapillare Saugkraft, sondern nur an der Oberfläche der Flüssigkeit. In der Flüssigkeit ist nur der Unterschied der Lösungsdrucke wirksam; die in einer beweglichen Wasserkette möglichen Spannungen sind diesen Größen gegenüber minimal. In Böden arider Klimate wie auch in Sandböden humider bei Sättigungsdefizit können auch im Bodeninnern diese Bedingungen eines Dreiphasensystems vorhanden sein. Anders können die Bedingungen im humiden Klima bei Böden mit genügendem Feingehalt in tieferen Schichten liegen. Ist bei tiefer wurzelnden Pflanzen ein Wurzelort von einer fest-flüssigen Suspension umschlossen — suspendierte Gasblasen einer JAMINSchen Kette stehen ja mit der Flüssigkeit, ohne Änderung der Außenbedingungen, im Dampfdruckgleichgewicht —, so können die in den trockeneren Oberflächenschichten des Bodenprofils an den Flüssigkeitsoberflächen tätigen Kapillarkräfte eine verschiedene Wirkung auf eine in einem tieferen Horizont des Bodens liegende Stelle einer Wurzeloberfläche ausüben. Durch das Emporziehen von Wasserfäden aus tieferen Wasserreservoirs gegen die Bodenoberfläche hin an der Pflanzenwurzel vorbei, kann eine Veränderung der Konzentration der Bodenlösung, also eine Änderung des osmotischen Druckes an dieser Stelle getätigt werden. Meine in diesen Studien mitgeteilten Versuchsergebnisse geben Aufschluß über die Bedingungen, unter denen in dispersen Systemen keine Änderung der Konzentration, eine Erhöhung oder eine Verminderung der Konzentration der Lösung bei Zufuhr von Wasser erfolgt.

Daraus folgt für unseren Wurzelort, daß durch im Oberboden tätige Kapillarkräfte keine Änderung, eine Erhöhung oder eine Verminderung des an der Wurzeloberfläche wirkenden osmotischen Druckes, je nach den spezifischen Eigenschaften der tieferen, zum Wurzelorte gehörenden Bodenschicht, erfolgen kann. Keinesfalls sind unter den angegebenen Bedingungen die für die Flüssigkeitsgrenzschicht gemessenen kapillaren Saugkräfte ein Maßstab für die am Wurzelort herrschenden Saugkräfte, die hier nur durch den osmotischen Druck bestimmt sind. Die Feststellung der Saugkräfte eines Bodens im Sinne einer Integration von

kapillaraktiven Kräften einerseits, osmotischem Druck andererseits kann aber aus folgenden Erwägungen kein richtiges Bild von der Wasserversorgungsmöglichkeit der Pflanzenwurzel geben. Die Wasserversorgung der Pflanze erfolgt vielmehr folgendermaßen. Die Flüssigkeitsbewegung im Boden ist in ihrer Richtung und Geschwindigkeit einerseits durch die kapillaren Hebekräfte (an den Dreiphasengrenzflächen angreifend), andererseits durch die Durchlässigkeit (Reibungswiderstände) des Systems bedingt. Die Pflanze entwickelt nun bekanntlich durch Wachstumsprozesse ihre Wurzeln in der Richtung gegen die Wasserfäden im Boden hin. Das hier erfaßbare Wasser ist ausschließlich gegeben durch die in der Zeiteinheit geförderte Wassermenge. HARDER¹² hat vollkommen recht, wenn er sagt, „daß die dynamische Seite des Problems wird untersucht werden müssen“, ich gehe weiter, indem ich sage, nur diese Seite ist in quantitativer Hinsicht für die Wasserversorgung der Pflanze maßgebend. Welche Rolle spielt nun der osmotische Druck, gegeben durch die Konzentration der Bodenlösung, bei der Wasseraufnahme? Auch GRADMANN sagt in seiner jüngsten Publikation, daß die Wurzeln das Wasser aufsuchen und daß in nichtsalzigen Böden das Wasserleitvermögen des Bodens eine entscheidende Rolle spielt¹³.

STOCKERS Befunde des Wurzelverhaltens in Alkaliböden, daß hoher osmotischer Druck durch Wasserentzug die Pflanzenwurzel zum Absterben bringt¹⁴, sind ein Fingerzeig. Die Konzentration der Außenlösung gibt uns an, einen wie großen Innendruck (in der Wurzelzelle) die Pflanze entwickeln muß, um aus der Außenflüssigkeit Wasser aufnehmen zu können. Ausschließlich die Richtung der Wasserbewegung, ob in die Pflanzenzelle hinein oder aus ihr hinaus, wird, wenn die Pflanze erfolgreich dem Standort Wasser entnehmen soll, durch den osmotischen Druck bestimmt sein dürfen. Nämlich: Eine zu kühne Wasseransaugung durch die Pflanze, bedingt durch ein zu großes Druckgefälle zwischen Innen- und Außendruck, bringt die Pflanze in die Gefahr, die Kohäsionsfestigkeit der Wasserfäden im Boden zu überschreiten und den Wasserbezug hiedurch zu gefährden. Es wird also eine dauernde Wasserversorgung in einem nicht wassergesättigten Boden nur dann gewährleistet sein, wenn die Konzentration der Außenlösung von der Konzentration des Zellsaftes um jenes Minimum überschritten wird, das einen Wasserstrom in die Zelle eben gewährleistet. So sichern ja auch innerhalb der Pflanze gerade geringe Druckgefälle einen konstanten Wasserstrom. Es werden demnach bei Messungen der Saugkraft eines Bodens Kräfte summiert, die eine ganz verschiedene Bedeutung für die Wasserversorgung der

¹² R. HARDER, Über den Wasser- und Salzgehalt usw. A. a. O.

¹³ H. GRADMANN, Die Wasserverhältnisse des Bodens und das Pflanzenwachstum. Die Naturwissenschaften, Heft 12, 1931.

¹⁴ O. STOCKER, Über die Messung von Bodensaugkräften. A. a. O.

Pflanze haben. Abgesehen vom Falle des Abreißen der Wasserfäden durch Austrocknung am Wurzelort wirkt die kapillare Hubkraft des Bodens im Sinne einer Wasserversorgung der Pflanzenwurzel, während umgekehrt der osmotische Druck der Bodenlösung und nur seine Größe von den jenseits der Membran tätigen Kräften der Pflanzenwurzel etwas überschritten werden muß. So kann es vorkommen, daß ein Boden mit hohen Kapillarkräften, aber geringen Lösungskonzentrationen für die Wasserversorgung der Pflanze günstig ist, umgekehrt ein Boden, in dem man geringere Kapillaraktivität mit hohen Lösungskonzentrationen zur selben Saugkraftgröße addiert (gleiche Atmosphärenzahl der „Saugkraft“), ungünstig. Hochdisperse Böden (Lehme, Tone) sind wasserundurchlässig, das heißt das Wasser bewegt sich hier nicht in Kapillaren, sondern tritt in die Ionenschalen und Neutralteile der Kolloide ein. Für kolloide Systeme gelten nach PAULI die Gesetze von Lösungen: In solchen Böden erfolgt die Flüssigkeitsbewegung auf dem Wege der Diffusion, durch Strömungen. Die wasseranziehende Kraft (Hydratisierbarkeit) eines solchen Lösungssystems ist aber wieder durch seine Gesamtkonzentration gegeben.

Das Studium der Frage der Wasseraufbringung am Pflanzenorte wird in zwei Richtungen Untersuchungen durchzuführen haben:

1. Messungen der Geschwindigkeit der Wasserbewegung, der Wasserdurchlässigkeit in einem Bodenhorizonte.
2. Messungen der Konzentration der Bodenlösung in diesem Horizonte.

Diese Bemerkungen schienen mir nötig, da ich in der einschlägigen Literatur diese Gedankengänge noch nicht zum Ausdruck gebracht fand. Doch scheinen mir in diese Richtung Versuche hinzuweisen, die FLEROW zur Feststellung des Welkungskoeffizienten angestellt hat und die HERZNER¹⁵ zitiert. FLEROW untersucht den Welkungskoeffizienten für verschiedene Bodenkolloide und stellt fest, daß dieser Koeffizient für die Horizonte des Bodens nicht gleich und eine veränderliche Größe sei. Daraus geht hervor, wie verwickelt die Bedingungen der Wasserversorgung am natürlichen Standort für die Pflanze unter dem Wechsel der Witterungsverhältnisse unserer Breiten sein müssen und wie auch dieser Faktor nur zu definierten anderen Standortsfaktoren in Beziehung gesetzt, ein richtiges Bild vom Wasserumsatz am Pflanzenstandorte wird geben können.

2a. Halophytenböden an der nördlichen Adria

Zur Untersuchung kam einerseits Grobsand von der Laguna Veneta bei Chioggia, andererseits Feinsand aus der Umgebung von Capodistria

¹⁵ R. A. HERZNER, Beiträge zur physikalischen Chemie unserer Kulturböden. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde. T. A, 15. Bd., 1930, H. 6.

(Istrien). Der erste Standort auf der äußeren Sanddüne von Chioggia war so gewählt, daß er bei Flut überspült, bei Ebbe trocken lag. Er trug keine Landpflanzen. Die Konzentration des überspülenden Seewassers wurde gemessen mit $\kappa = 140$ gegen die aus dem Eindampfrückstande errechnete Konzentration einer NaCl-Lösung von 152 mg mol: dies würde einem Seesalzgehalte von 28°_{00} (Brackwasser, Pomündung) entsprechen¹⁶. Der Unterschied in den beiden Resultaten kommt für die aus den Ergebnissen gefolgerten Schlüsse nicht in Betracht. Diese Lösungskonzentration liegt noch innerhalb des Bereiches der mit steigender Konzentration linear ansteigenden spezifischen Leitfähigkeiten einer NaCl-Lösung. Die im Sande zur Ebbezeit verbliebenen Lösungen zeigen nach Tabelle I, Standort 1, einen ganz erstaunlichen Rückgang der Lösungskonzentrationen gegenüber der dem Sande anhaftenden Lösung zur Flutzeit mit $\kappa = 119$.

Schon diese Lösung hat eine Konzentrationserniedrigung gegenüber dem freien Meerwasser, wie oben angegeben $\kappa = 140$, erfahren. Es muß bemerkt werden, daß die Proben erst 4 Wochen nach Einholung im März 1929, 16 Tage danach im August 1930, untersucht werden konnten. Doch kann auf diesen Umstand nicht die Konzentrationserniedrigung zurückgeführt werden. Wurde Seesanden in den Versuchsschalen soviel acq. dest. zugefügt, daß ein kleiner Flüssigkeitsrest über der Sandaufschwemmung frei blieb, so zeigte diese freie Flüssigkeit stets eine höhere Konzentration als die vom Sande gebundene Flüssigkeit (Kapillarflüssigkeit), die nach der im Abschn. I dieser Studien beschriebenen Methode abgesaugt wurde. Aus dem kapillar gebundenen Seewasser wird ein Teil der Elektrolyte an den Sandpartikeln adsorbiert, wodurch eine Verdünnung der Restflüssigkeit resultiert. Hier wäre folgende Erwägung über den Aufbau eines Systems fest-flüssig angebracht. Auf die HELMHOLTZsche Doppelschicht an der Grenze Sand-Seewasser folgt eine diffuse Doppelschicht im Sinne GOUYS und STERNS^{17, 18}. Der Umstand, daß die Kapillarflüssigkeit gegen die freie Lösung saurer wird, pH 8.5 gegen 8.5—9, scheint mir dafür zu sprechen, daß, wenn wir besonders den NaCl-Gehalt des Seewassers in Betracht ziehen, an das negativ geladene Silikat vorwiegend Na⁺-Ionen in Bindung gehen, wodurch die diffuse Schicht mit Cl⁻-Ionen angereichert wird, denen sich wieder H⁺-Ionen assoziieren können. Trotz der höheren Überföhrungszahl des Cl⁻-Ions mit $n = 0.637$ gegen das Na⁺-Ion mit $n = 0.363$ wird zufolge starker Hydratisierung des H⁺- und Cl⁻-Ionenschwarms die

¹⁶ Wie in den vorhergehenden Abschnitten sind sämtliche Leitfähigkeitswerte als $\kappa \cdot 10^4$ angegeben.

¹⁷ W. PAULI und E. VALKÓ, Elektrochemie der Kolloide. Wien (Springer), 1929.

¹⁸ O. STERN, Zeitschr. f. Elektrochemie, Bd. 30, 1924, S. 508.

Konzentration α der Kapillarflüssigkeit erniedrigt. Diese Ausführung erschien mir an dieser Stelle angebracht, weil sie mir die Brauchbarkeit unserer Methode der Konzentrationsmessung von Bodenlösungen zu zeigen scheint, in der im Abschnitt I dieser Studien angegebenen Weise insoweit, als es sich um eine Erfassung ihrer Konzentrationsschwankungen, ihrer Richtung und Vergleichbarkeit der Größenordnung derselben handelt, die der Zweck dieser Studien sind.

Wurde einer solchen Sandaufschwemmung nach Entfernung der darüberstehenden Flüssigkeit wieder aeq. dest. zugesetzt, so trat die merkwürdige Erscheinung ein — gemessen wurde nach 2 Stunden —, daß wieder die freie Flüssigkeit konzentrierter war als die im Sande festgehaltene. Es ist also auch der neue Gleichgewichtszustand — nach Übertritt einer durch die Konzentration der neuen freien Lösung gegebenen Ionenmenge aus den Flüssigkeitsschalen ums Sandkorn ins zugeführte Wasser —, wieder durch einen verdünnteren (hydratisierten) Ionenschwarm der diffusen Schicht gegenüber der konzentrierteren freien Lösung einerseits, der Grenzschicht am starren System anderseits, charakterisiert. Nun wurden Sandproben bei Regenwetter (Aprilwerte 1929 der Tabelle I) von derselben Stelle bei Ebbe entnommen. Die Tabelle zeigt den gewaltigen Konzentrationssturz der Kapillarflüssigkeit. Die Untersuchung konnte diesmal bereits 4 Tage nach der Einholung erfolgen.

Wurden einer Sandprobe von 18 g noch 8 cem aeq. dest. zugefügt, so sanken die Leitfähigkeiten der Kapillarflüssigkeiten um 70 bis 79,5% gegenüber den 1 Monat vorher (März 1929 Ebbewerte der Tabelle I) gemessenen α -Werten bei trockener Witterung. JENNY stellt eine Reihe der Alkali-Ionen nach wachsender Verdrängungsfähigkeit auf¹⁹. Das Na-Ion steht hier an zweiter Stelle. Einer festen Bindung dieses Ions an einer Oberfläche wirkt seine starke Hydratation entgegen. Aus eben diesem Grunde müssen Böden, die leichtlösliche Salze führen, durch die Niederschlagsverhältnisse bedingten großen Schwankungen ihrer Lösungskonzentration unterliegen.

Nun wurde der durch Regen bereits ausgewaschene Sand von $\alpha = 3.70$ weiter gewaschen, indem ca. 18 g, in Filterpapier auf einen Trichter gebracht, je 18 cem aeq. dest. tropfenweise zuflossen und die Konzentration der durchgelaufenen Flüssigkeit immer wieder gemessen wurde. Es ergaben sich für α der Reihe nach die Werte: 1.8 (Konzentrationsverminderung 51.4%), 1.4 (23%), 1.1 (21.5%), 0.8 (27.3%), 0.7 (22.5%), 0.7 (0%), 0.66 (15.8%), 0.60 (9.1%), 0.55 (8.3%), 0.57, 0.55, 0.55. Nach anfänglicher rascher Auswaschung des Sandes sinkt die Verminderung der Konzentration der Lösung bei weiteren Wassergaben allmählich bis auf ein Minimum. Hier sei noch erwähnt, daß auch bei Auswaschung eines

¹⁹ H. JENNY, Kolloidchem. Beihefte, Bd. 23, 1927, S. 428.

Tabelle I. Grobsande an der Lagune von Chioggia

Standort	Versuchs-tempe-ratur	März 1929			April 1929		August 1930			Unter-schied Max. Min. der Äqui-valentkon- zentration	
		z bei Flut	z bei Ebbe	pH bei Ebbe	z nach Regen	pH	z vor Gewitter- regen	pH vor Regen	z nach Regen		pH nach Regen
Überflutungszone ohne Halo- phyten	10°	109,0	89,0	8,5—9	25,8	8,5	24,9	8,5	20,5	8,5	88,5
	30°	119,0	81,6	8,5—9	26,0	8,5	23,9	8,5	20,2	8,5	98,8
Halophytenzone, <i>Eryngium maritimum</i> , <i>Glaucoium flavum</i>	10°	—	29,0	8,5	3,7	7,5—8	7,5	8,5	3,19	7,5—8	25,81
	30°	—	29,2	8,5	3,9	8	7,0	8,5	—	—	25,3

gröberen Donausandes aus der Gegend von Kahlenbergerdorf die Lösungskonzentration von $\kappa = 2,04$ bis auf 0,57 sank. Dieser Wert wurde nach 4 Wochen langen Waschungen mit großen Mengen acq. dest. erreicht. Diese Leitfähigkeiten entsprechen etwa den von PAULI (Elektrochemie d. Kolloide, a. a. O.) für Kieselsäuresole angegebenen Werten von 0,33 bis 0,5. In diesem Endzustande von Sanden ist die Lebensmöglichkeit der Pflanze bedingt durch die ihr aus der Atmosphäre zukommenden Stoffe, wie ich dies auch für Hochgebirgsböden (IV. Abschnitt dieser Studien) angegeben habe. Es können also bei entsprechenden klimatischen Voraussetzungen für die Entstehung solcher Böden, geeignete Straßen im Tiefland für die Wanderung nordischer Pflanzen ins alpine Gebiet und umgekehrt geschaffen werden.

Der Halophytenboden vom Standort 2 der Tabelle I wurde etwa 20 m landeinwärts vom ersten Standorte genommen. Dieser Standort wird gewöhnlich nicht, sondern nur bei Sturmfluten von der Dünung erreicht. Die in der Tabelle angeführten κ -Zahlen wurden bei Trockenheit so gewonnen — Wurzelregion der Halophyten war feucht —, daß zur Probe 1,5 ccm acq. dest. zugesetzt wurde. Es sind also in Wirklichkeit die κ -Werte höher. Umso auffallender sind die κ -Werte, die bei gleicher Behandlung bei schirokkalem Regen bzw. bei Gewitterregen gefunden wurden. Die Tabellenwerte zeigen, welch großen Konzentrationsschwankungen die Bodenlösungen unterliegen können. Die Regenwerte ent-

sprechen ja etwa Konzentrationen elektrolytreicherer Glykophytenböden. Die letzte Spalte der Tabelle gibt die Konzentrationsunterschiede an. Diese müssen in Wirklichkeit wegen des durch die Wasserzufuhr begangenen Fehlers noch größer sein.

Der Boden vom Halophytenstandort von Capodistria ist ein Feinsand mit größerem Tongehalte. Die Erscheinungen sind dieselben wie beim Standorte von Chioggia. Auffallend geringe Konzentrationen

Tabelle II. Feinsand an der Bucht von Capodistria

Standort von	Versuchstemperatur	Jänner 1926 nach Regen		August 1926 Dürreperiode		Unterschied Max. - Min. der Äquivalenzkonzentration
		% fr. Fl.	% kap. Fl.	% fr. Fl.	% kap. Fl.	
<i>Aster tripolium</i> ,	10°	4,96	4,32	28,5	26,0	24,18
<i>Statice angustifolia</i> ,	30°	6,0	4,9	30,2	27,5	25,3
<i>Triglochin maritimum</i>						

während einer durch Wochen dauernden Regenperiode: Tabelle II, Jänner 1926. Hier brauchte den Proben kein Wasser zugeführt werden. Vielleicht sind aus diesem Grunde die κ -Werte höher als die entsprechenden von Chioggia. Dagegen sind die Konzentrationswerte aus einer Sommerdürreperiode vom August 1926 wieder bei Zusatz von 2,0 cm acq. dest. gewonnen. Da nach Absaugung dieser Lösung die Konzentrationen um rund 85% sanken, so hätten wir für den Fall, als die Verdünnung bei der ersten Ablesung keine größere gewesen sein sollte, für die Temperatur von 30° einen Wert von κ mit rund 51 anzunehmen. Doch auch die unkorrigierten κ -Werte zeigen wieder die großen Konzentrationsschwankungen der Bodenlösungen von Halophytenstandorten.

2b. Halophyten- und Steppenböden am Neusiedlersee

Die untersuchten Bodenproben entstammen der Gegend von Apetlon-Illmitz am Ostufer des Neusiedlersees. Nach TREITZ¹⁹ beträgt der Salzgehalt des Seewassers 3,72 g bis 13,75 g auf 1000 g Wasser, dabei tritt der Sulfat- und der Sodagehalt besonders hervor. Auffallend groß ist die angegebene Schwankung der Na₂SO₄-Konzentration mit 0,79 bis 7,99 g/l. Die von mir gemessene Gesamtkonzentration des Seewassers bei Neusiedl am See betrug November 1923, also zur Zeit des winterlichen Verdunstungsminimums, $\kappa = 28,0$, das ist 2 g/l, liegt also unter den TREITZschen Werten, der im Juli 1927 bei Podersdorf am Ostufer

¹⁹ O. STOCKER, Ungarische Steppenprobleme, Die Naturwissenschaften, Bd. 17, 1929, H. 12.

gefundene Wert von $\kappa = 76,2$, das ist 5,41 g/l, fällt innerhalb der TREITZschen Werte. Die große Verschiedenheit der beobachteten Konzentrationen kann nicht nur durch die verschiedene Lage der beiden Orte (Nordende des Sees und Ostufer), sondern wohl vor allem durch die zur verschiedenen Jahreszeit verschiedene Wasserführung und Verdunstungsgröße erklärt werden. Darauf weisen auch die im Oktober 1927 und Juni 1929 gemessenen Werte von $\kappa = 32,3$ bzw. $\kappa = 59,98$ für dieselbe Stelle bei Neusiedl am See hin. Es ergaben sich in Übereinstimmung mit den TREITZschen Angaben, jedenfalls große Schwankungen in der Salzkonzentration des Seewassers. In der Tabelle III fällt einerseits die große Verschiedenheit der Salzkonzentrationen an verschiedenen Standorten der Steppen auf, die ihren Ausdruck in der Verschiedenheit der floristischen Zusammensetzung findet, anderseits ist das verschiedene Verhalten der Standorte jahreszeitlichen Witterungsverhältnissen gegenüber nicht zu verkennen. Deutlich scheidet sich Standort I mit den Steppenpflanzen auf größerem Sande von den Halophytenböden von feinsandig-tegeliger Beschaffenheit. Während am Meeresstrande die Konzentrationen der Bodenlösungen mit Meeresüberflutung, Trockenheit, Beregnung wechseln, sehen wir hier eine Abhängigkeit von der Jahreszeit. Die höchsten Konzentrationen treffen wir im Sommer zur Zeit der größten Oberflächenverdunstung. Zu dieser Zeit findet ein Emporsaugen von salzreicherem Grundwasser gegen die Bodenoberfläche statt, wodurch hier eine Salzanreicherung erfolgt — wie dies ja schon des öfteren beschrieben worden ist —, die ihren stärksten Ausdruck im *Salicornietum*, Standort 5, findet. Mit dem Aufhören dieses sommerlichen Säftestromes im Boden in der kalten Jahreszeit kommt es nach dem Einsetzen von Niederschlägen zu einer Verschlämmung des Tegels, so daß eine Auswaschung an den höher gelegenen Bodenstellen erfolgt, wie dies am deutlichsten am Standort 2 zu sehen ist. In Übereinstimmung mit den Halophytenstandorten am Meere sind also auch hier ihre Bewohner großen Schwankungen in der Konzentration der Bodenlösungen ausgesetzt. In Tabelle III erscheint deutlich ihre Abhängigkeit in der Steppe von der Korngröße des Substrates. Sie besiedeln hier feinkörnigeren Boden, wo im Sommer durch Emporsaugen von Tiefenwasser eine Erhöhung der Salzkonzentration erfolgt, die wieder die Bedingung für die Konzentrationsschwankungen in solchem Boden ist, gegenüber dem grobkörnigen Boden vom Standort I ohne Anreicherungs-horizont, der im Sommer nur austrocknet und eine geringere Konzentrationsschwankung aufweist. An solchem Standorte konkurrieren erfolgreich Gesellschaften mit *Datura*, *Hyoscyamus*, *Verbascum phlomoides*. Man könnte sich vorstellen, daß zur Zeit der Konzentrationsminima des Außensubstrates eine erhöhte Wasseraufnahme durch die Pflanze erfolge, während die Pflanze umgekehrt zur Zeit höherer Kon-

Tabelle III. Böden vom Neusiedlersee

Standort	Versuchstemperatur	Regenperiode Anfang November 1926			Trockenperiode Juli 1927 und Juli 1929			Unterschied Max.—Min. der Äquivalentkonzentration
		% fr. Fl.	% kap. Fl.	pH	% fr. Fl.	% kap. Fl.	pH	
1. Grobsandboden mit <i>Datura stramonium</i> , <i>Hoscyamus niger</i> , <i>Verbascum phlomoides</i>	10°	2,26	2,07	—	2,68	2,51	7,5—8	0,61
	30°	2,60	2,82	—	3,00	3,18	7,5—8	0,58
2. Wiese mit <i>Aster tripolium</i> *, <i>Matricaria inodora</i> , <i>Triplium parviflorum</i>	10°	2,80	2,28	8	9,9	9,8	8,5	7,62
	30°	4,01	4,0	8	11,9	11,6	8,5	7,9
3. Phragmitetum mit <i>Aster tripolium</i> , <i>Tri-glochin palustre</i> , <i>Tr. maritimum</i> , <i>Atriplex hastatum</i> , <i>Rumex maritimus</i>	10°	7,27	6,35	8,5	23,6	23,0	8,5	17,25
	30°	8,3	7,5	8,5	24,5	24,1	8,5	16,2
4a. Oberflächenboden von Phragmitetum mit <i>Aster tripolium</i> , <i>Triglochin maritimum</i>	10°					10,5	8,5	
	30°					12,7	8,5	
4 b. Ebenda, Boden aus 1 m Tiefe	10°				10,5	8,38	8	
	30°				10,6	7,47	8	
5. Salzboden mit <i>Salicornia herbacea</i> , <i>Cryptostys aculeata</i>	10°	57,6	55,0	9	84,6	80,0	9	29,6
	30°	62,7	69,8	9	86,6	79,9	9	23,9

* Anfang November noch blühend.

zentrationen des Substrates mehr Elektrolyte binde, die eine Verminderung der Wasserdampfabgabe bedingten. Da ist der Befund STOCKERS über die Wurzelentwicklung von Pflanzen in Alkaliböden von besonderer Bedeutung, daß die Wurzelsaugkräfte (gemessen als osmotischer Druck) der absorbierenden Wurzelzellen nicht über 32 bis 40 Atm. hinauszugehen vermögen, indem sie durch zu starke Konzentration der Bodenlösung absterben. Mit der Senkung dieser Konzentration durch stärkere Regenfälle wuchsen über Nacht zahlreiche neue Saugwurzeln auf²¹. *Statice Gmelini* kann nach STOCKER ein maximales Saugdruckgefälle von bis zu 8 Atm. entwickeln. Sinkt bei Regen die Bodensaugkraft, so folgt auch die Wurzel mit einer Senkung der Saugkraft. Hält man diese Fähigkeit von Salzpflanzen der Anpassung an die Bodensaugkraft dem Verhalten von Glykphyten gegenüber, so kann man zum Schlusse kommen, daß die Halophyten zur Besiedlung ihrer Standorte dadurch befähigt erscheinen, daß sie mit abnehmender Konzentration der Bodenflüssigkeit Wasser aufnehmen und dadurch ihre Zellsaftkonzentration herabsetzen und dieses Wasser speichern für die Zeit einer steigenden Konzentration der Bodenlösung, wo eine Herabsetzung bis Sistierung der Wasseraufnahme erfolgen muß.

Wo Feinsand, wie in den Lößhügeln östlich von Neusiedl am See, auf Schotter aufgeweht ist, so daß er vom Tiefenwasser nicht erreicht wird, das ihn mit konzentrierteren Lösungen leichtlöslicher Salze speiste, da tritt mit der Veränderung der Bodenverhältnisse eine Veränderung der Pflanzendecke ein, wie wir dies auch schon am Standort 1, Tabelle III, fanden, der auch der Einwirkung konzentrierterer Elektrolytlösungen nicht unterliegt. Die folgenden Konzentrationen der Bodenlösungen von einem Standorte auf dem obgenannten Hügel zeigen die gute Übereinstimmung mit Standort 1, Tabelle III. Diese Proben wurden gleichzeitig, Juli 1929, untersucht. Der Wurzelboden von *Allium vineale*, *Xeranthemum annuum*, *Cytisus austriacus* wurde bis zum Erhalt einiger Tropfen freier (durch die Probe durchgelaufener) Flüssigkeit mit aq. dest. gesättigt und wie stets nach einigen Stunden Versuchsdauer unter den beiden Versuchstemperaturen die Kapillarflüssigkeit abgesaugt:

$$\alpha \left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ t} \quad 2,13 \text{ fr. Fl.} \\ \quad \quad 2,37 \text{ kap. Fl. pH } 7,5-8 \\ 30^0 \text{ t} \quad 2,96 \text{ fr. Fl.} \\ \quad \quad 4,10 \text{ kap. Fl. pH } 8. \end{array} \right.$$

Auf die rasche Veränderung der Pflanzendecke mit der Änderung des Bodenzustandes durch Verschiebung des Grundwasserniveaus in der Hortobagyer Steppe hat auch STOCKER²² hingewiesen. Es sind so

²¹ O. STOCKER, Über die Messung von Bodensaugkräften usw. A. a. O.

²² O. STOCKER, Ungarische Steppenprobleme, a. a. O.

die Veränderungen des Bodenzustandes, die eine Veränderung der Pflanzendecke im Sinne einer Sukzession bedingen. Wird ein Bodenareal durch irgendwelche Veränderungen, der Salzanreicherungszone einer Ebene entrückt, so tritt an die Stelle einer wechselnden Richtung der Wasserbewegung jetzt eine vorwiegende Auswaschung des Areals durch die atmosphärischen Niederschläge, es kann so der Boden der Podsolierung zustreben. Wie schon bei der Besprechung mariner Sande aufgezeigt wurde, erfolgt die Auswaschung der leichtlöslichen Salze ungemein rasch. Eben solche Versuche wurden auch mit Böden vom Standort 3, Tabelle III, also mit feinkörnigem Halophytenboden unseres Gebietes durchgeführt. So sank die Leitfähigkeit der Bodenflüssigkeit bei den ersten zwei Waschungen (zu je 18 g Boden 18 g aq. dest.) um 70 bis 76%, der vorherigen Werte von κ , bei den folgenden Waschungen sank dann die Verminderung der Leitfähigkeiten bis auf rund 49% der κ -Zahl der vorhergehenden Konzentration. Sind nun die leichtlöslichen Salze ausgewaschen, so ändert sich das Verhalten der Bodenproben gegenüber weiteren Wasserzusätzen. Dieser Zustand tritt ein, wenn Leitfähigkeitswerte κ etwas kleiner als 3 erreicht sind. Es sind dies Leitfähigkeiten in der Größenlage der Glykophytenbödenlösungen. Böden, deren Lösungskonzentrationen im Naturzustande in dieser Größenlage sich befinden, verhalten sich gleich. Dieser Zustand des Bodensystems ist dadurch charakterisiert, daß bei weiterer Waschung unserer Bodenproben keine Verminderung der Lösungskonzentration eintrat. Es sind die schwer löslichen Karbonate, die jetzt vorwiegend die Lösungskonzentration bestimmen und von denen bei Wasserzusatz immer wieder ein Teil in Lösung geht. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß von feinkörnigem Bodenmaterial ein Mantel mit Salzsäure in Lösung ging. Durch Wasserzufuhr wird diese Hülle eben sehr langsam abgebaut. Diese Feststellung, daß derselbe Boden, dessen Lösungskonzentration anfänglich so starken, von den Außenverhältnissen abhängigen Schwankungen unterlag, nun in ein Regime geringerer Empfindlichkeit gegenüber dem ihm zukommenden Wasser tritt, erscheint mit Rücksicht auf den hiemit zusammenfallenden Wechsel in der Pflanzendecke von Wichtigkeit.

3. Versuche mit Lössböden

An obige Versuche reihen sich nun Versuche mit Böden aus der Lößdecke vom Braunsberg bei Hainburg (Niederösterreich) an. Probenentnahme und sofortige Untersuchung im Jänner 1926. Das Material für die folgenden Versuche entstammte einer Bodenstelle ohne Vegetationsdecke, die etwa 2 m unter der Oberfläche lag und durch seitliche Anbohrung erreicht werden konnte. Die Proben wurden mit aq. dest. gesättigt.

Anfangskonzentrationen:	κ	$\left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ t} \quad 8,29 \text{ (kap. Fl.)} \\ 30^0 \text{ t} \quad 15,41 \text{ (kap. Fl.)} \end{array} \right.$
Nach Absaugung und neuerlicher Sättigung des Bodenrestes mit aq. dest.:	κ	$\left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ t} \quad 5,12 \text{ (kap. Fl.)} \\ 30^0 \text{ t} \quad 5,0 \text{ (kap. Fl.)} \end{array} \right.$
Zweite Waschung:	κ	$\left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ t} \quad 3,19 \text{ (kap. Fl.)} \\ 30^0 \text{ t} \quad 3,17 \text{ (kap. Fl.)} \end{array} \right.$

Bei der dritten Waschung sanken die κ -Werte auf 2,9 (kap. Fl.): vierte Waschung $\kappa = 2,76$ (kap. Fl.).

Nun ist jener obengenannte κ -Wert < 3 erreicht, es erfolgt keine weitere Senkung bei den nächsten Waschungen, sondern die κ -Werte pendelten nun zwischen 2,7 und 2,9.

Die Übereinstimmung mit den oben geschilderten Vorgängen ist deutlich. Die Auswaschung vorhandener, leicht löslicher Elektrolyte ist nach den ersten Waschungen erfolgt, die Wirkung der schwerlöslichen Salze auf die Konzentrationen der Lösungen tritt nun in Erscheinung, indem der Boden gegen Veränderungen der Lösungskonzentration „gepuffert“ erscheint. Erst wenn diese Karbonatpuffer aus dem Boden ausgewaschen sind, tritt der Boden in ein neues Regime, eine weitere Senkung der Lösungskonzentrationen kann dann folgen. Werden die Schwellenwerte der Konzentration der Salzlösungen für die Flockung der Kolloide unterschritten, dann treten neue Erscheinungen ein. Nach FREUNDLICH²³ geht die Adsorption vom Gegenion an das Kolloidion und die Koagulation parallel. Bei Erreichung dieses Koagulationsschwellenwertes kommt der Boden in einen neuen Gleichgewichtszustand festflüssig durch erhöhte Solvation, Hydrolyse und Dissoziation seiner Silikat-, Aluminat-, Eisen-Gele. Die Lösungsleitfähigkeit wird dann durch die diesen Solen entsprechenden Leitfähigkeiten im wesentlichen bestimmt. Es ist das Verdienst PAULIS für kolloide Systeme die Betrachtungsweise von Lösungen eingeführt zu haben.

Diese Betrachtungsweise wird sich auch die edaphische Forschung zu Nutzen machen können. Böden mit mobilen Solen werden als Lösungen kolloid-molekulardisperser Natur von Komplexverbindungen betrachtet werden können. Kommen Sole in reichlicher Menge in Bodensäften vor, worauf Trübung bis Opaleszenz derselben hinweisen, so kann es vorkommen, daß bei Waschungen sich Erhöhungen von Leitfähigkeiten zeigen. Das bedeutet aber, daß reichlicher Regen zu einer Erhöhung des osmotischen Druckes in einem solchen Lösungssystem führen kann.

Der zweite Standort auf dem Braunsberge, auf den sich die folgenden Angaben beziehen, war so gewählt, daß die Oberflächenschicht, von der

²³ H. FREUNDLICH, Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. 73, 1910, S. 385.

die Proben entstammen, reichlich mit Laub von den hier charakteristischen Waldbäumen *Carpinus betulus*, *Robinia pseudacacia*, im Unterholz *Staphylea pinnata*, bedeckt war. Die Versuche wurden wie für den Standort 1 durchgeführt. Anfangskonzentration:

$$\kappa \begin{cases} 10^0 \text{ t } 2,30 \text{ (kap. Fl.)} \\ 30^0 \text{ t } 2,02 \text{ (kap. Fl.)} \end{cases}$$

$$\text{Erste Waschung} \quad \kappa \begin{cases} 10^0 \text{ t } 2,30 \text{ (kap. Fl.)} \\ 30^0 \text{ t } 2,36 \text{ (kap. Fl.)} \end{cases}$$

$$\text{Zweite Waschung} \quad \kappa \begin{cases} 10^0 \text{ t } 2,46 \text{ (kap. Fl.)} \\ 30^0 \text{ t } 2,36 \text{ (kap. Fl.)} \end{cases}$$

$$\text{Dritte Waschung} \quad \kappa \begin{cases} 10^0 \text{ t } 2,32 \text{ (kap. Fl.)} \\ 30^0 \text{ t } 2,76 \text{ (kap. Fl.)} \end{cases}$$

Konzentrationen und Verhalten des Bodens zeigen den oben beschriebenen Karbonatzustand des Bodens an. Nun wurde der Boden durch eine Woche an der Luft bei Temperaturen zwischen 12° und 18° trocknen gelassen und 10 ccm aq. dest., nicht tropfenweise, sondern in toto draufgegossen. Es wurden die ersten Tropfen der jetzt mit leichter Trübung durchlaufenden Flüssigkeit untersucht:

$$\kappa \begin{cases} 4^0 \text{ t } 3,01 \\ 16^0 \text{ t } 3,30. \end{cases}$$

Hier tritt die oben genannte Erscheinung der Leitfähigkeitserhöhung durch mitgeführte Kolloide hervor. Dies geht schon aus dem Ergebnis der Ultrafiltration obiger Lösungen durch einen Kollodiumfilter hervor. Die Messung ergab jetzt Werte für $\kappa = 1,59$, bzw. $\kappa = 1,03$. Betrachten wir nun nochmals die Ergebnisse der ersten Berechnung, so sieht man trotz der zweifellosen Gleichgewichtslage bei 10° Versuchstemperatur doch schon bei der höheren Temperatur von 30° ein Ansteigen der Leitfähigkeiten, das wir, da ja an dem Standort reichlich organische Substanz vorhanden war, auf Kolloidmobilisierung zurückführen können, wenn wir diese Zahlen den Ergebnissen der Ultrafiltration gegenüberhalten. Es tritt da durch die vergleichenden Versuche die Beschleunigung von Lösungsvorgängen durch Schutzkolloidwirkung in Erscheinung. Was nun die durch Ultrafiltration erhaltenen κ -Werte anbetrifft, so sind wohl die erhaltenen Lösungen kolloidfrei, aber wir dürfen nicht vergessen, daß im Sinne des Donnan-Gleichgewichtes mit den Kolloiden ein Teil der Salzionen von der dialysierenden Membran zurückgehalten wird. Nun wissen wir aber, daß Suspensionen die Konzentration der Lösung wesentlich bestimmen. Zur Gewinnung eines richtigen Bildes der Lösungskonzentration können daher nur Filter verwendet werden, durch die die feinsten, diese Konzentration bestimmenden Trübungen durchge-

preßt werden können, wie ich in Abschnitt I dieser Studien angegeben habe — ein Ergebnis jahrelanger, mühevoller, vergleichender Messungen. Es entspricht also die gemessene Konzentration der Salzionen des Dialysats nicht ihrer Konzentration in der ursprünglichen Lösung, sondern ist kleiner. Da dieses Gleichgewicht sich für verschiedene Bodenaufschwemmungen verschieden rasch verschiebt, so konnte diese Methode, wie durch wochenlange Versuche mit frischen Böden in der biologischen Station Lunz sich erwies, nicht zu vergleichenden Messungen der Konzentration der von den Kolloiden befreiten Salzionen verwendet werden. Doch zeigt das obige Beispiel, inwiefern die Ultrafiltration im Rahmen meiner Methode der Bodensaftgewinnung (siehe I. Abschnitt dieser Studien) Aufschlüsse bietet. Wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, spielt aber die Dissoziation der Kolloide, somit ihre Beeinflussung der Elektrolytkonzentration der Bodenlösung erst eine in Betracht kommende Rolle, wenn die fällende Wirkung der Karbonate nicht mehr hinreicht. Ferner lag im Rahmen dieser Studien nur eine Bestimmung der Gesamtkonzentration der Elektrolyte, die sich aus den Salzionen und dem iondispersen Anteil der Kolloide zusammensetzen. Denn der für die Wasserversorgungsfrage der Pflanze in Betracht kommende osmotische Druck wird durch diese Gesamtkonzentration bestimmt. Auch für die Energiegewinnung durch Oxydation der Pflanzenwurzel kommt der Gesamtzustand des Lösungssystems Boden in Betracht. Denn nach HERZNER²⁴ ändern künstlich ausgewaschene (dialysierte) Böden das Eh-Potential, also auch das positive, d. h. Oxydationspotential nur wenig. Dieses Eh-Potential ist nach HERZNER²⁵ zufolge der Bakterienarmut der Unterböden ein konstantes.

Ich führe nun die Versuchsergebnisse mit dem Lößboden vom Wienerberg an. Wie dies STOCKER in seinem Aufsatz „Ungarische Steppenprobleme“ (a. a. O.) beschreibt, hebt auch hier von etwa 20 cm abwärts eine mehr als 1 m mächtige Salzkonzentrationschicht von gelbgrauer Farbe an, mit Konzentrationen der Kapillarflüssigkeit von $\kappa = 83,69$ bis 93,25 im Frühsommer. Die Leitfähigkeiten sinken im Herbst nach reichlichen Niederschlägen auf $\kappa = 75,64$ im Minimum. Es tritt also ein richtiger Salzhorizont mit reichem Nitratgehalte (Nachweis mit Diphenylamin und Schwefelsäure) auf, der ja auch zu Düngungszwecken abgegraben wird. Aus dieser Schicht saugt der darüber befindliche dunkelbraune Oberboden in Trockenperioden leicht lösliche Salze auf. Hier werden die höchsten Konzentrationen in Dürreperioden mit Bräunung der Grasflur bis zu $\kappa = 12,65$ beobachtet. In der Vegetationsdecke wurden be-

²⁴ R. A. HERZNER, Beiträge zur physikalischen Chemie unserer Kulturböden III. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, A, Bd. XVIII, 1930. H. 5/6.

²⁵ DERSELBE, IV. Ebenda.

obachtet *Hordeum murinum*, *Lolium perenne*, *Erucastrum nasturtiifolium* (= *obtusangulum*), *Malva neglecta*, *Sisymbrium sophia*, *Reseda lutea*. Von Sträuchern steht in der Nähe reichlich *Lycium halimifolium*. Bäume sind bei der hohen Konzentration des Unterbodens an dieser Stelle nicht möglich. Zu Beginn einer Regenperiode, Juni 1929, wurde gemessen:

$$\propto \begin{cases} 10^0 \text{ t } 3,25 \text{ (kap. FL.)} \\ 30^0 \text{ t } 5,67 \text{ (kap. FL.)} \end{cases}$$

Einen Monat später, Regenperiode:

$$\propto \begin{cases} 10^0 \text{ t } 2,59 \text{ (kap. FL.)} \\ 30^0 \text{ t } 3,62 \text{ (kap. FL.)} \end{cases}$$

Trockenperiode Juni 1930, Regenbeginn:

$$\propto \begin{cases} 10^0 \text{ t } 5,55 \text{ (kap. FL.)} \\ 30^0 \text{ t } 6,70 \text{ (kap. FL.)} \end{cases}$$

Schönwetterperiode September, nach Zusatz von aq. dest. bis zur Sättigung:

$$\propto \begin{cases} 10^0 \text{ t } 2,88 \text{ (kap. FL.)} \\ 30^0 \text{ t } 4,50 \text{ (kap. FL.)} \end{cases}$$

Der Einfluß der Niederschlagsverhältnisse auf diesem Boden, der eine gewisse Menge leicht löslicher Salze je nach der Richtung der Wasserbewegung führt, ist unverkennbar. Man kann so zu der Vorstellung kommen, daß für einen fruchtbaren Boden, als der der Wienerbergboden bekannt ist, eine „wohlgestaffelte Dosierung“ von wechselnd Regen und Sonnenschein in dem Sinne zu optimalen Erträgen führen kann, als abwechselnd Wasser für die Pflanzenwurzel durch Erniedrigung der Konzentration der Bodenlösung und dann wieder durch ein kurzes Aufsteigen von Salzlösungen aus dem Unterboden geringe Salzzufuhren erfolgen. Ich habe nur aus dem Beobachtungsmaterial von verschiedenen Jahren von diesem nahe gelegenen Standorte dasjenige herausgegriffen, welches die kritische Periode eines günstigen Jahres am besten zeigte.

4. Auenböden an der Donau

In natürlichen Auen werden bekanntlich zwei Zonen unterschieden. Auf älterem Boden, also dem Flußlaufe entfernter stehen die „harten Auen“ mit hartholzigen Bäumen und Sträuchern wie im Donaugebiet mit *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Ulmus*-Arten, *Acer*-Arten, als Unterholz *Cornus sanguinea*, *Rhamnus frangula*, *Rh. cathartica*, *Crataegus*, *Berberis*, *Ligustrum* — in dichten Gehölzen oder auch Haine auf Wiesen bildend. Es sind Standorte, die von den Überflutungen des Stromes nicht mehr erreicht werden. Ich werde zeigen, daß, wie die Pflanzendecke, so auch die Böden sich gut an die oben besprochenen Steppenböden anschließen lassen.

Die zweite Stufe bilden die jungen Alluvialböden, die, dem Wasserlaufe näher, noch von Überflutungen erreicht werden und wo die Wurzelsphäre der Pflanzen ständig unter dem Einfluß des Sickerwassers steht. Die Hauptrolle spielen in diesen „weichen Auen“, die besonders auf den sogenannten „Haufen“ entwickelt sind, die weichen Hölzer mit *Populus*-Arten, *Salix*-Arten, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula* (= *verrucosa*), mit Lianen wie *Clematis vitalba*, *Vitis silvestris*. Von der Kräuterschicht mögen nur die dichte Schlüsse bildenden *Parietaria officinalis*, *Aristolochia clematitis*, *Solidago virga-aurea*, *S. serotina*, genannt sein. An toten Armen des Stromes, an mit Grundwasser gespeisten Weihern stehen dann noch die Pflanzengesellschaften des Phragmiteto-Scirpetums. Für das Verständnis der Auenböden ist es nötig, die Konzentrationsverhältnisse ihrer Gewässer zu studieren. Ich fand in der Lobau (Gegend von Aspern) in den unten angeführten Perioden folgende α -Werte für das Donauwasser, den in der Gegend verlaufenden toten Arm und für einen hinter dem großen Damme gelegenen Weiher:

1922 bis 1923:

März	Mai	Juli	September	Jänner		
3,25	2,85	3,04	3,30	2,48	Eisgang	Donau
4,4	3,69	8,30	6,45	vereist		Weiher

1927:

April		Juni		Oktober		
3,00 pH 8		3,02 pH 8		3,23 pH 8—8,5		Donau
4,33 „ 8,5		3,65 „ 8—8,5		4,77 „ 8,5		toter Arm
4,50 „ 7		6,03 „ 6,5		4,44 „ 7		Weiher

Es sind zwei Minima unverkennbar, eines mit dem winterlichen Eisgang zusammenfallend und ein zweites, kleineres, mit dem Einströmen größerer Schmelzwassermengen aus dem Hochgebirge im Frühjahr. Die Wirkung des Schmelzwassers auf die Konzentration der Alpengewässer ist ja eine von RUTTNER für den Lunzer Seebach mitgeteilte Tatsache²⁵.

Der Weiher zeigt ein ausgesprochenes Maximum im Sommer bei gleichzeitiger Senkung des pH. Es ist möglich, daß dies durch den stärkeren Abbau von organischen Substanzen mit den Sommertemperaturen zusammenhängt. Merkwürdig ist das Verhalten der Lösungskonzentration des toten Armes im Juni, wo bei ungefähr gleicher Konzentration des Donauwassers eine Senkung des α gegenüber dem Frühjahr erfolgt. Es ist möglich, daß infolge des zu dieser Zeit höheren Donaupegels der Arm mit verdünnterem Flußwasser stärker durchströmt wurde, während bei geringerer Wasserzufuhr und tieferem Pegel die Ver-

²⁵ F. RUTTNER, Das elektrolytische Leitvermögen des Wassers der Lunzer Seen. Intern. Revue Hydrograph., 1914, Suppl. V.

dunstung sich in einer Konzentrationserhöhung deutlicher auswirken konnte. Es möge hier noch besonders darauf verwiesen werden, daß diese Konzentrationssenkung mit Wassertemperaturen zusammenfiel, die über 20° lagen.

Ich habe nun die Verhältnisse im Jahre 1930 auch in der Tullnerau studiert, also an einer Örtlichkeit, wo die Verunreinigung der Gewässer durch die Großstadtnähe keine Rolle spielt.

Leitfähigkeiten des Donauoberflächenwassers, κ gemessen bei der Eisenbahnbrücke:

April	Mai	Juni	Oktober vor Hochwasser	Oktober bei Hochwasser
3,09	2,83 pH 8	3,65 pH 8—8,5	3,21 pH 8—8,5	3,59 pH 8

Die Werte können im allgemeinen mit den in der Lobau beobachteten in Einklang gebracht werden. Das Frühjahrsminimum ist deutlich, der Juni ist in diesem Jahre eine Trockenperiode mit tiefem Pegel gegen Ende des Monats und höherer Konzentration als in den vorhergehenden Jahren. Auch die Oktoberzahl vor dem Hochwasser steht mit den früheren Messungen in Übereinstimmung. Nicht in Einklang steht dagegen der κ -Wert bei dem Hochwasser. Doch muß hier bedacht werden, daß der hohe Oktoberpegel durch eine Regenwetterkatastrophe bedingt war und κ -Werte für eine solche Wetterlage, die eine stärkere Abwärtsverschiebung in den tieferen Lagen des Oberflächenprofils des Bodens bedingen, in den in der Lobau gemessenen Werten nicht vorkommen.

Daß ein Beobachtungsfehler nicht vorliegt, werden ja auch die folgenden Untersuchungen zeigen.

Die Leitfähigkeiten des Donauwassers wurden im Oktober noch an einer zweiten Stelle bestimmt. Diese Messungen erfolgten eine Woche nach den oben angeführten Werten vor Hochwasser, die zweite Messung hier aber erst nach Aufhören der Regenperiode. Die Stelle der Wasserentnahme liegt am linksseitigen Donauufer, wo der mit Schiedelwasser bezeichnete (Karte d. milit.-geogr. Inst., 1913, 1 : 25000) Arm mündet. In diesen Arm fließt aber heute nur zur Zeit von Hochwasser Donauwasser ein und nicht zur Zeit tiefer Pegel, wie man nach obiger Karte vermuten könnte. Zu dieser Zeit zerfällt er in eine Anzahl von Weihern mit dazwischenliegenden Verlandungstreifen und einen ungefähr 1 km langen toten Arm als Endstück. Das hier stagnierende Wasser klärt sich sehr rasch hinter der Mündungsstelle, so daß das trübe Donauwasser eine Wolkenfront an dem klaren Wasser der Bucht bildet. Dieses geklärte Wasser wurde am Sackende des toten Armes entnommen. Nach einem Verlandungstreifen, der nur bei dem Hochwasser in einer Höhe von wenigen Zentimetern überflossen wurde, folgt dann der Weiher, aus dem wieder Wasser geschöpft wurde. Ist es nun schon auffällig, wie die

Auenhölzer diesem Tümpel „aus dem Wege gehen“ — Grasflur herum —, so macht der graue Schlamm am Tümpelrande, mit Ausnahme von *Schoenoplectus lacustris*, der darinnen steht, einen geradezu sterilen Eindruck.

Standort	Oktober 1931 vor Hochwasser				Oktober 1931 nach Hochwasser			
	% Gesamt-konzentration	pH	A.	% Zugehörige Konzentration	% Gesamt-konzentration	pH	A.	% Zugehörige Konzentration
Donau.....	3,21	8—8,5	3,6	2,88	3,50	8	4,0	3,2
Toter Arm....	6,05	8,5	5,6	4,39	5,25	8,5	4,8	3,8
Weiber.....	6,05	8,5—9	5,6	4,39	7,35	8	6,4	5,0

Die Leitfähigkeiten des Donauwassers vor dem Hochwasser stehen im Einklang mit den an der ersten Stelle hier gemessenen Werten. Die eine Woche nach der ersten Messung bei Hochwasser erfolgte Untersuchung an der zweiten Stelle beweist, daß tatsächlich eine Erhöhung der Lösungskonzentration durch die Regenkatastrophe erfolgte. Die zweite Messung deutet auch das bereits eingetretene Abklingen dieser Konzentrationserhöhung mit dem Abklingen der Überschwemmung an.

Betrachten wir nun die ‰-Werte von Arm und Weiher. Vor dem Hochwasser zeigen beide eine bedeutende Erhöhung der Konzentrationen gegenüber dem Donauwasser, bei Gleichheit untereinander. Diese Erscheinung kann nicht nur auf Verdunstung zurückgeführt werden, sonst hätte der Arm, in den ständig Donauwasser nachgeschoben wird, nicht die vollkommen gleiche Konzentration mit dem ganz abgeschlossenen Weiher, sondern eben eine etwas niedrigere haben müssen. Besonders auffallend sind nun die Konzentrationsverhältnisse nach dem Hochwasser. Die Flüssigkeit im Weiher, der jetzt von Oberflächenwasser, das Auenwaldboden und Grasflur überrieselt hatte, gespeist wurde, zeigt eine bedeutende Konzentrationserhöhung gegenüber der Messung vor der Überschwemmung, ein besonders deutlicher Beweis, das keinesfalls Stagnation und Verdunstung bei etwa aus dem Boden des Gewässers erfolgter Substanzauflösung, die Ursache der beschriebenen Konzentrationserhöhung sein konnten. Andererseits fällt aber auch die bedeutende Konzentrationserhöhung gegenüber dem einlaufenden Rieselwasser aus der Donau auf. Da das pH höher liegt als das des Donauwassers, so konnte nicht die erhöhte Leitfähigkeit nur auf aus der überflossenen Vegetation mitgenommene organische Substanz zurückgeführt werden. So kam mir der Gedanke, daß ich vielleicht hier der Zeuge der Anfangstadien eines Bodenbildungsprozesses, einer chemischen Sedimentation eben jenes grauen, obgenannten Schlammes wurde, eines Vor-

ganges, der mit dem Prozesse, wie er uns von der zufolge Verdunstung bewirkten Eindickung und Ausfällung leicht löslicher Salze bekannt ist, nichts zu tun haben konnte. Die Sulfatspuren im Wasser (mit BaCl_2) waren nicht deutlicher als im abgestandenen, geklärten Donauwasser. Eine vorläufige Analyse des Schlammes war ja auch chlorid- und sulfatnegativ.

Analysenergebnis in Prozenten der bei 105° getrockneten Schlamm-substanz²⁶:

CaCO_3	24,42%	Fe_2O_3	3,69%
MgCO_3	7,99%	Al_2O_3	31,02%
SiO_2	15,28%	Mn	0,09%
Fe	2,58%		

Die Zusammensetzung des Schlammes zeigt deutlich die Produkte des Abbaues der beiden großen Gruppen von Gesteinen, die von den Gewässern des Donausystems ausgewaschen werden: Karbonat- und Alumo-Silikatböden. Man muß darum den Schluß ziehen, daß es sich bei der Erhöhung der Leitfähigkeiten im stagnierenden Wasser um Vorgänge in diesen schwer löslichen Substanzen im Sinne einer Hydratation, Hydrolyse, Dissoziation der einströmenden Trübungen mit nachfolgender neuerlicher Ausfällung und Sedimentation handelt. Die Erhöhung des pH der stagnierenden Gewässer gegenüber dem Donauwasser gab eine Erhöhung der (OH^-) an. Bei dem hohen Karbonatgehalt des Schlammes

konnte an einen erhöhten $\frac{\text{Karbonat-}}{\text{Bikarbonat-}}$ Gehalt der Lösungen gedacht

werden. Ich habe nun Alkalinitätsbestimmungen für die drei Gewässer durchgeführt, deren Werte unter A in der Tabelle angeführt sind, daneben steht die zur Alkalinität zugehörige Leitfähigkeit. Die Bestimmung der Alkalinität erfolgte durch Titration mit n/10 HCl und Methylorange als Indikator für je 50 ccm Flüssigkeit. Die Tabelle Seite 210 zeigt nun tatsächlich den bedeutenden Anstieg der A-Werte in den stagnierenden Wässern gegenüber der Donau. Betrachten wir die Restleitfähigkeiten κ (Gesamtkonzentration) — κ (Karbonatkonzentration), so erhalten wir für das Donauwasser vor der Überschwemmung $\kappa = 0,33$, nach der Überschwemmung $\kappa = 0,30$. Es ist also trotz der Zunahme der Gesamtleitfähigkeit die Restleitfähigkeit kleiner. Schon der κ -Wert der Restleitfähigkeit an und für sich ist ein zu kleiner, da, wie ich oben angeführt habe, das Kieselsäuresol allein diese Leitfähigkeit hat. Wir müssen also aus diesem Umstand und weil die Restleitfähigkeit bei Zunahme der Gesamtkonzentration, da sie ja sonst hätte gleich bleiben oder größer werden müssen, den Schluß ziehen, daß die Alkalinitätswerte zu hoch

²⁶ Für die Durchführung der Analyse bin ich Herrn Dr. HANS MÜLLER, Chemiker am der biolog. Station Lunz a. See, zu besonderem Danke verpflichtet.

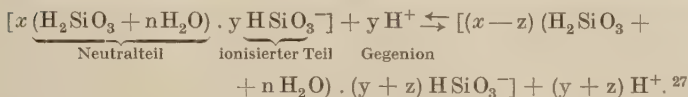
sind, daß sie also durch Auflösung von Trübungen in der Salzsäure bei Titration, die auch nach dem Stehenlassen des Donauwassers durch zwei Stunden in den verschlossenen Winklerflaschen in Schwebe geblieben sind, gefälscht sind. Nun ergibt sich, daß die Fälschung der Hochwasserwerte eine größere ist — wegen der noch stärkeren Verminderung der wirklichen Restleitfähigkeit — als vorher. Dieses Ergebnis ist aber gerade für den weiteren Gedankenbau ein wichtiges: Die Restleitfähigkeiten der stagnierenden Gewässer vor der Überschwemmung mit $\kappa = 1,66$ sind erheblich größer. Das heißt, es wurde hier die Alkalinitätsbestimmung weit weniger durch Suspensionen gefälscht = Abnahme der Trübung. Da aber gleichzeitig die Alkalinität mit 5,6 (zugehörige $\kappa = 4,39$) gesteigert ist, so muß gefolgert werden, daß Suspensionen des hereindiffundierenden Donauwassers in Lösung gingen, die eben jene Konzentrationserhöhung der Gesamtlösung bedingen. Umgekehrt ist die Restkonzentration mit 1,45 im Arme bei Hochwasser geringer als vor dem Hochwasser — eben durch einströmende Trübungen gefälscht, die noch nicht gelöst wurden — dagegen im Weiher, der schon geklärtes Wasser empfangt, bedeutend erhöht, mit $\kappa = 2,35$. Es muß hier geschlossen werden, daß das hereinrieselnde Auenwasser eben jene trübungslösenden Stoffe heranzuführte, so daß eine Karbonatauflösung schon vor dem Zusatz der HCl bei der Titration erfolgen konnte. Da gleichzeitig eine Senkung des pH erfolgte, so werden wir nicht fehlgehen, diese Lösungsvorgänge auf die Wirkung der aus organischen Substanzen freigmachten CO_2 zu setzen.

Diese Vorgänge hier klarzustellen, schien mir deshalb so wichtig, weil hier deutlich verfolgt werden konnte, was sich in einem ungelöstes Karbonat enthaltenden Boden abspielen kann. Vor allem, daß Zufuhr von Wasser durchaus keine Verminderung der Lösungskonzentration bedeuten muß, daß zum Beispiel bei Vorhandensein von CO_2 abgebenden Substanzen eine hinreichende Erhöhung der Lösungskonzentration, also Erhöhung der Saugkraft in der Wurzelregion erfolgen kann.

Ich werde später ein Beispiel vorbringen können.

Doch ist zur Erhöhung der Löslichkeit von Karbonaten durchaus nicht eine Erhöhung der Kohlensäuretenension der Lösung nötig, sondern diese wird schon durch Suspensioide in einem Lösungssystem gewirkt, wie ich an Modellversuchen (siehe III. Abschnitt dieser Studien) zeigen konnte. Ich will diesen Vorgang, wie er sich auch in obigen Gewässern, wenn nicht durch zu starke Wasserströmung die diffusen Doppelschichten (im Sinne GOUYS) um Kondensationskerne eine ständige Störung erfahren, abspielen kann, durch ein Schema erläutern, da dieser Gedankengang ja auch auf Bodenlösungen mit geringeren Mengen freier Flüssigkeit (freie Flüssigkeit = Flüssigkeit ohne räumliche Orientierung der Ionen) angewendet werden kann.

Ich betrachte das Geschehen an einem Silikatkern als Kondensator:



Erfolgt in unserem Fall eine Wasserzufuhr, so erfolgt eine Vergrößerung des ionisierten Anteiles und eine Erhöhung der H^+ -Ionenkonzentration im System, das Gleichgewicht verschiebt sich nach rechts. Ist nicht gelöstes Karbonat vorhanden, so wird, da der Gehalt der Lösung an Bikarbonat erhöht wird, Karbonat in Lösung gehen, die Lösung wird konzentrierter. Nun ergibt sich aber aus obiger Gleichung, daß bei Verschiebung des Gleichgewichtes nach links, also Wasserabgabe, eine Verminderung der Konzentration der Lösung erfolgt, eine für Bodenvorgänge ebenso wichtige Folgerung, nämlich, daß durch Wasserabgabe durchaus keine Erhöhung der Lösungskonzentration erfolgen muß, wie man gemeiniglich anzunehmen beliebt. Man sieht, auf welche Irrwege oberflächliche Verallgemeinerungen führen können. Und diese Verschiebung des Gleichgewichtes nach links ist auch der Vorgang, der dann in obigen stehenden Gewässern bei tiefem Pegel und Sommertemperaturen zur Ausfällung des grauen, karbonat- und alumosilikatreichen Schlammes, der Rand und Boden bedeckt, führt. Und nun verstehen wir auch die Erscheinung, deren Erklärung ich bis hierher aufschieben mußte, die ich in der Lobau an dem Wasser des toten Armes beobachtete — anfänglich dachte ich an Beobachtungsfehler — die sich aber immer wieder zeigte, daß die Sommerkonzentrationen dieses Wassers, wo auch am Boden und am Rande ein ähnlicher Schlamm zum Absatze kam, geringer gefunden wurden als die Konzentrationen im Frühjahr und im Herbst. Der Auflösungs Vorgang hält mit dem Sedimentationsprozesse nicht gleichen Schritt. Ich habe schon in den früheren Abschnitten dieser Studien auf den negativen Temperaturexponenten der $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Löslichkeit hingewiesen. Auch wurde bereits dort festgestellt, daß Kaolinsuspensionen in einer Karbonatlösung bei der 10° -Versuchstemperatur eine höhere Hydratation und Schwebefähigkeit, also Aufladung, zeigen, als bei der 30° -Versuchstemperatur. Es stehen bei der tieferen Temperatur die disperse Phase und das Dispersionsmittel in einem Gleichgewicht durch elektrostatische Abstoßung von Kolloidsystem und Ionenschwarm. Bei 30° Versuchstemperatur erfolgt dagegen eine Sedimentation des Kaolins, der sich scharf gegen die nun freie Flüssigkeitsmenge darüber, die leicht abgegossen werden kann, absetzt. HERZNER weist die Abnahme des ζ -Potentials mit zunehmender Quelldauer nach²⁸. Es muß also angenommen werden, daß in unseren Ver-

²⁷ Nach PAULI und VALKÓ, Elektrochemie, a. a. O.

²⁸ R. A. HERZNER, Beiträge zur physikalischen Chemie usw. I. A. a. O.

suchen bei der höheren Temperatur Ionen aus der Lösung, die bei tieferer Temperatur mit dem Kolloidsystem im Gleichgewichte standen, nun an dasselbe herantreten, im Sinne einer Neutralisation seiner Ladung, es erfolgt Adsorption und Ausfällung. Bei mikroskopischer Betrachtung des Bodenschlammes aus jenem Schoenoplectetum ließ sich ein HCl-löslicher, also Karbonatmantel an größeren Teilchen feststellen.

Wurde eine solche Suspension vorher mit CO₂-Einleitung behandelt, die eine Erhöhung der Lösungskonzentration ergab, so war die in Tropfen der Aufschwemmung auf den Objektträger gebrachte Zahl genügend großer Teilchen, an denen die Größenabnahme unter Einfluß von zugeführter HCl beobachtet werden konnte, deutlich kleiner. Ich führe nun die Konzentrationen der von diesem Schlamm abgeseugten Flüssigkeit an. Probenentnahme am Rande des Schoenoplectetums, Oberfläche.

Vor dem Hochwasser:

x	10° t 3,85 pH 8,5	Nach Einleiten von CO ₂ ergab ein Parallelversuch bei 30°, x = 6,23, pH 8.
	30° t 2,97 pH 8—8,5	

Nach dem Hochwasser:

x	10° t 3,71 pH 8	Bei allen 10°-Versuchen trübe Emulsion, Filtrat trübe, Wasserbindung. Bei 30°-Versuchen scharfe Sedimentation. Der Pflanze steht jetzt mehr freie Flüssigkeit zur Verfügung.
	30° t 5,41	

Wir sehen vor dem Hochwasser ganz deutlich das Verhalten eines Kalkbodens und die Umstimmung im Temperaturverhalten durch das Hochwasser, bei der höheren Temperatur Erhöhung der Konzentration analog dem Versuchsergebnisse durch Einleitung von CO₂ bei höherer Temperatur vor dem Hochwasser.

Für Standorte an toten Armen oder Weihern des Donaugebietes ergibt sich eine doppelte Abhängigkeit der Lösungskonzentrationen: einerseits vom Pegel des Stromes, anderseits von den Temperaturverhältnissen.

Sieht man von den Wirkungen von Organismen oder Organismenresten auf den Kalkkreislauf in der Natur ab, so ergibt sich als Folgerung aus den obigen Ausführungen, daß bei Temperaturmitteln in der Nähe unserer 10°-Versuchstemperatur ein Abbau, eine Mobilisierung von dichtem Kalk, bei Mitteln in der Nähe unserer 30°-Versuchstemperatur, also in warmen Klimaten, die Sedimentation die Auflösungsprozesse übertreffen muß. Es liegt nicht im Rahmen dieser Studien, die durch die lebende Pflanzenzelle einerseits, durch die tierische Zelle und die tote organische Substanz anderseits bedingten Modifikationen dieses Kreislaufes zu studieren.

Die dem Flußlaufe näheren Standorte der *Salix*-, *Populus*-, *Alnus*-Bestände zeigen geringere Konzentrationsschwankungen der Lösungen im Jahresverlaufe (Tabelle V). Die Konzentrationen nehmen zur Zeit

Tabelle V. Auenböden in der Lobau 1926 bis 1927, Tullnerau 1930

Standort	t°	März			Juni			Oktober vor Hochwasser			Oktober nach Hochwasser		
		z kap. Fl.	mg/l gelöste Elek-trolyte	pH	z kap. Fl.	mg/l gelöste Elek-trolyte	pH	z kap. Fl.	mg/l gelöste Elek-trolyte	pH	z kap. Fl.	mg/l gelöste Elek-trolyte	pH
1 a. Lobau, Oberflächenschicht <i>Salix, Populus, Alnus, Parietaria</i>	10°	4,00	300,0	8,0	3,79	284,3	7,5	4,04	303,0	7,5—8			
	30°	3,41	255,8	7,5	3,34	280,5	7—7,5	3,38	253,5	7,5			
1 b. 1 m tief, ebenda	10°	4,30	322,5	8,0	3,88	291,0	7,5—8	4,00	300,0	7,5—8			
	30°	3,61	270,8	7,5	3,50	262,5	7,5	3,56	267,0	7,5			
2 a. Tullnerau, Oberflächenschicht <i>Salix, Populus, Solidago</i>	10°	2,02	151,5	8 *	3,08	231,0	7,5	3,11	233,3	7,5	3,52	264,0	7,5—8
	30°	2,22	166,5	8	3,00	225,0	7,5	2,97	222,3	8	4,24	318,0	8—8,5
2 b. 1 m tief, ebenda	10°	2,02	151,5	7,5	3,29	246,8	7,5—8	3,11	233,3	7,5—8	3,91	293,3	8
	30°	2,75	206,3	8 *	3,10	232,5	7,5—8	3,00	225,0	7,5—8	4,96	372,0	8,5
3. Tullnerau, Oberflächenschicht <i>Alnus, Rubus</i>	10°				3,00	225,0	7,5	3,10	232,5	7,5	4,09	306,8	8
	30°				2,83	222,3	7,5	2,70	202,5	7,5	4,32	324,0	8
4 a. Lobau, Oberflächenschicht <i>Quercus, Grasflur</i>	10°	1,79	134,3	7,5	1,99	149,3	7,5	1,68	126,0	7,5			
	30°	3,43	257,3	7,5	4,11	308,3	8	3,05	228,8	7,5—8			
4 b. 1 m tief, ebenda	10°	1,90	142,5	7,5	2,07	155,3	7,5—8	1,76	132,0	7,5—8			
	30°	3,75	281,3	7,5—8	3,72	279,0	8	3,00	225,0	8			
5 a. Tullnerau, Oberflächenschicht <i>Quercus, Solidago</i>	10°	3,57	267,8	7,5—8	2,09	156,8	8	1,98	148,5	8	1,89	141,8	8
	30°	3,18	238,5	7,5	3,87	290,3	8	3,10	232,5	8	2,99	224,8	8
5 b. 1 m tief, ebenda	10°	1,57	117,8	7,5 *	2,23	167,3	8—8,5	2,00	150,0	8—8,5	1,77	132,8	8,5
	30°	2,19	164,3	7,5	3,61	270,8	8,5	2,90	217,5	8—8,5	2,47	185,3	8—8,5

*) Diese Konzentrationen, gemessen im Frühjahr 1931 nach dem schneereichen Winter, zeigen deutlich die Auswaschung des Weidenbodens nach der Schneeschmelze, im Sinne meiner Ausführungen (Stärkste Versäuerung des Austreibens bei *Salix*).

der hohen Pegelstände und geringeren Konzentrationen des Stromwassers etwas ab. Vielleicht hängt mit diesen ausgeglichenen Verhältnissen in der Vegetationsperiode die beobachtete späte Vergilbung und der Laubabwurf der Weiden zusammen. So fand ich heuer die Weiden Ende Oktober, in einer Zeit, wo die Eichengesellschaft schon im Herbstaspekt stand, noch gut grün. Dagegen zeigen die Eichenstandorte ein deutliches Ansteigen der Konzentrationen der Bodenlösungen mit den Sommertemperaturen. Die höheren Werte der Oberflächenschicht gegen die in 1 m Tiefe deuten darauf hin, daß zu dieser Zeit ein Aufsaugen der Bodenlösungen gegen die Bodenoberfläche hin erfolgt, wodurch sich diese Standorte den Steppenböden nähern. Gemeinsam ist allen Auenstandorten, die alle auf alkalischem Boden stehen, die große Gleichmäßigkeit in dieser Hinsicht im Jahresverlaufe. Eine Änderung in diese Verhältnisse bringt nur Hochwasser hervorgerufen durch Regen in tieferem Gelände, das wie für das Donauwasser selbst auch eine Erhöhung der Lösungskonzentrationen für die Standorte der Weidengesellschaften bringt, während die Eichenstandorte diesem Einfluß entzogen erscheinen.

Auswaschungsversuche mit Eichenboden ergaben nach sechs Waschungen (durchgeführt in der gleichen Weise wie bei Steppenböden) einen Wert von $\kappa = 1,68$ bis 1,99, der also ungefähr dort liegt wie der κ -Wert mit rund 1,60 von Steppenböden bis zur Erreichung eines gewissen Gleichgewichtszustandes.

Betrachten wir die κ -Werte bei 30° Versuchstemperatur (Tabelle V), so erscheinen sie auffallend dagegen erhöht, während die jungen Auenböden in ihrem Temperaturverhalten sich deutlich als Kalkböden erweisen. Dagegen zeigt auch der gewaschene Eichenboden eine Konzentrationserhöhung mit Erhöhung der Versuchstemperatur. Diese Erscheinung kann auf den mit höherer Temperatur erhöhten Abbau der den Eichenboden bedeckenden Humusschicht zurückgeführt werden.

Nun wurden Auswaschungsversuche mit den Auenböden auch in der Weise durchgeführt, daß die Proben, die vor dem Hochwasser eingebracht waren, nun dem drei Tage ununterbrochen andauernden Regen ausgesetzt wurden. Die Proben wurden auf eine Nutsche in Filterpapier gebracht und das durchlaufende Wasser aufgefangen. Die ersten Tropfen der durchgelaufenen Flüssigkeit zeigen ungefähr κ -Werte der Kapillarflüssigkeit bei 10° Versuchstemperatur, die Lufttemperatur lag ja auch während des Regens bei 10°.

Im Anfange der Beregnung erfolgt eine Wassersättigung des Bodensystems. Hydratationen und Lösungsvorgänge bewirken, wie dies schon für Steppenböden oben ausgeführt wurde, daß ein kurz andauernder Regen keine wesentliche Änderung der Lösungskonzentration bewirkt. Unter dem Einflusse einer auflastenden Regenwasserschicht kommt es bei fortdauerndem Regen zu einem Abreißen und Absinken einiger fester Schalen des Bodenlösungssystems, das sind jene zuerst aufge-

fangenen Tropfen. Nun strömt Regenwasser in das Bodensystem rascher nach, es erfolgen stärkere Deformationen der Struktur, in den Fäden von Regenwasser (freier Flüssigkeit), die abwärtslaufen, werden losgerissene Trübungen in die Tiefe verlagert. Die Konzentration der freien Flüssigkeit sinkt. So zeigte die durch eine Oberbodenschicht von 9 cm in 60 Stunden Regen durchgelaufene Flüssigkeit folgende Konzentrationen:

Feinsandiger Eichenboden	$\kappa = 1,0$	pH 8—8,5
Grobsandiger Erlenboden	$\kappa = 0,9$	„ 8,5
Grobsandiger Weidenboden	$\kappa = 0,83$	„ 7,5.

Die Beregnung der Proben erfolgte auf dem Dache des II. physikalischen Universitätsinstitutes Wien. Das aufgefangene Regenwasser hatte eine für Regenwasser immerhin hohe Konzentration $\kappa = 0,36$, pH 6,5—7. Bei dem starken Westwinde ist an eine erhebliche Verunreinigung durch die Stadtatmosphäre kaum zu denken. Es muß also dieser κ -Wert von den obigen Leitfähigkeiten in Abrechnung gebracht werden. Nach Aufhören der Regenkatastrophe standen die Proben bei starkem Winde noch einen Tag auf dem Dache bei 8° Lufttemperatur. Dann kamen die Proben auf einen Tag, eine Serie in die 10°, die andere in die 30°-Versuchstemperatur in absolut feuchten Raum und nun wurden die verbliebenen Kapillarflüssigkeiten abgesaugt:

Eichenboden	$\kappa \left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ 1,66 pH 8} \\ 30^0 \text{ 2,81 pH 8.} \end{array} \right.$
Erlenboden	$\kappa \left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ 1,36 pH 7,5} \\ 30^0 \text{ 1,42 pH 8} \end{array} \right.$
Weidenboden	$\kappa \left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ 2,76 pH 7,5—8} \\ 30^0 \text{ 2,93 pH 7,5—8.} \end{array} \right.$

Vergleichen wir diese κ -Zahlen mit den entsprechenden Werten der Tabelle V nach der Wetterkatastrophe, so sehen wir nur etwas geringere Werte bei obigem Versuche gegenüber den Leitfähigkeiten der vom Standorte genommenen Proben. Der Eichenstandort erscheint also auch durch die Wasserkatastrophe in den Leitfähigkeiten seiner Lösungen wenig geändert. Anders liegen die Verhältnisse bei den grobkörnigen Weiden-Erlenböden. Hier erfolgt eine deutliche Auswaschung, wie die κ -Werte vom Erlenboden und die 10°-Versuchstemperatur Werte vom Weidenboden vor der Regenperiode zeigen.

Am Standorte sind ja diese Bäume zu dieser Zeit keiner Regenwirkung hinsichtlich ihrer Wurzelregion ausgesetzt, da diese im Gegenteil Überschwemmungswasser vom Strom her jetzt erhält. Daß Eichen umgekehrt Überflutungen schlecht vertragen, konnte ich im Kierlinger Forst beobachten, wo die Bäume an einer Stelle zufolge Überrieselung mit Wasser aus einem Quellhorizont, der durch einen Erdrutsch frei-

gelegt wurde, eingingen. Es war keine Versauerung des Bodens eingetreten (pH 7,5).

Es zeigt sich also auch unter solchen Witterungsverhältnissen das ganz verschiedene Verhalten der weichen Auenhölzer einerseits, der Eichen anderseits. Es möge aber auch bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen werden, wie gleiche Witterungsverhältnisse, gleiche klimatische Änderungen, auch auf nahe zueinander gelegene Standorte eine genau entgegengesetzte Wirkung ausüben können, hier Auswaschung, dort Anreicherung.

Würde nun im Donaustrombett eine Änderung im Sinne einer stärkeren Erosion erfolgen, so daß unsere Weiden-Pappel-Standorte vom Hochwasser nicht mehr erreicht würden, dann müßte in diesen Böden bei Wetterkatastrophen eine gegenläufige Richtung der Veränderung zum jetzigen Geschehen eintreten, also im Sinne unserer Auswaschungsversuche. Nun kann die Konkurrenz anderer Pflanzengesellschaften erfolgreich einsetzen. Ich werde im folgenden zeigen, daß dies die *Pinus silvestris*-Gesellschaft ist. Dagegen bleiben durch die obgenannten Profiländerungen die Eichenstandorte unbeeinflußt, sie treffen jetzt Regenkatastrophen genau so wie früher im Sinne einer sehr langsamen Auswaschung des Substrates. So wird der Umbau der Auen-gesellschaften in jene Eichen- und Rotföhrenassoziationen erfolgen, wie wir sie in größerer Entfernung unseres Stromsystems, auf Schwemmböden, die den heutigen Überschwemmungszonen ferngerückt sind, antreffen. Es sind die Steppenwälder. Alternde Auenböden und Steppenböden schließen sich so zu großen Tieflandsarealen zusammen.

Ich bespreche nun Standorte auf alten Sanden aus der Gegend von Wörnitz im Marchfelde, also Donau einerseits, March anderseits. Die Probeentnahme erfolgte Juni 1928. Standort 1 trug einen Mischbestand von *Quercus robur*, *Carpinus*, *Tilia*, *Acer campestre*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare*. Die Kräuterschicht fiel besonders durch das reiche Vorkommen von *Cypripedium* und *Fragaria vesca* auf. Auf Standort 2 überdeckten *Pinus silvestris* schwächere Exemplare von *Tilia*, *Cornus*, *Acer*, wieder *Cypripedium*.

$$1. \text{ Oberflächenschicht: } \kappa \text{ (kap. Fl.) } \left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ 2,25 pH 7,5} \\ 30^0 \text{ 2,85 pH 7,5} \end{array} \right.$$

$$1 \text{ m tief: } \kappa \text{ (kap. Fl.) } \left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ 1,89 pH 7} \\ 30^0 \text{ 3,47 pH 8.} \end{array} \right.$$

Es zeigt also besonders schön der Unterboden die gleichen Verhältnisse für κ wie an den Eichenstandorten der Auen.

$$2. \text{ Oberflächenschicht: } \kappa \text{ (kap. Fl.) } \left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ 1,54 pH 7} \\ 30^0 \text{ 1,68 pH 6,5} \end{array} \right.$$

$$1 \text{ m tief: } \kappa \text{ (kap. Fl.) } \left\{ \begin{array}{l} 10^0 \text{ 1,75 pH 7,5} \\ 30^0 \text{ 1,37 pH 7.} \end{array} \right.$$

Die Leitfähigkeiten an diesem Standorte entsprechen den Verhältnissen, die durch die Beregnung der Weidenböden aus der Tullnerau erhalten wurden.

Die Versuche mit den grobsandigen Auenböden hatten ja gezeigt, daß sie, wie auch Seesandböden, durch ausgiebigen Regen in ihrem Gehalte an Elektrolyten und Trübungen verändert werden und wieder entsprechend diesen Seeböden nur durch die Zufuhr neuer Elektrolyte, durch Überflutung im Gleichgewicht gehalten werden. Hat die Auswaschung die Grenze erreicht, die durch die κ -Werte vom Standorte 2 der letzten Örtlichkeit angegeben ist, so ist ein Gleichgewichtszustand erreicht, der nun in der Folge im wesentlichen durch Austauschreaktionen im Sinne eines Ersatzes der Kationen durch H^+ -Ionen verändert wird. Die tieferen pH-Werte, besonders der Oberflächenschicht des Standortes 2, weisen in der Richtung einer einsetzenden Versauerung des Substrates hin. Ermöglichen die klimatischen Bedingungen eine Anhäufung von Humussubstanzen, so kommen die Böden in jenen Klimaxzustand, als dessen Ausdruck ein Ersatz der am Standorte 2 angeführten Arten der Sträucher- und Kräuterschichten, die in den zuerst versauernden höheren Bodenschichten wurzeln, durch Pflanzen der saure Böden besiedelnden *Calluna*-Heidegesellschaften in Erscheinung tritt.

Zusammenfassung

1. Eine Reihe von neueren Untersuchungen weisen die ökologische Forschung in die Richtung, den Wechsel der Lebensbedingungen, die Größe der Schwankungen eines Standortsfaktors mit Bezug auf die einen Standort besiedelnden Pflanzen zu studieren: STOCKERS Beobachtungen an Standorten der Steppe, BENECKES Untersuchungen über das Vorkommen von Strandpflanzen, GASSNERS Keimungsergebnisse von *Poa*-Arten mit Temperaturpaaren, P. LEHMANN'S Beobachtungen über die Schwankungen des Gehaltes an freiem CO_2 in alpinen Böden, die mit Schwankungen des pH der Bodensäfte zusammenfallen.

2. Bei der Messung von Bodensaugkräften werden Komponenten summiert, die auf die Pflanzenwurzel eine ganz verschiedene Wirkung ausüben. Kapillaraktivität und Wasserdurchlässigkeit bestimmen die Geschwindigkeit und Richtung der Wasserbewegung im Boden. Die Pflanzenwurzel folgt im Wachstum dieser Richtung. Die in der Zeiteinheit hierher geförderte Wassermenge bestimmt das für die Pflanzenwurzel verfügbare Wasserquantum. Während diese in den Saugkraftbegriff einbezogene Größe mit ihrer Zunahme — bis zum Abreißen der Wasserfäden durch Bodenaustrocknung an der Stelle — im Sinne einer Förderung der Wasserversorgung wirkt, bedingt umgekehrt der zweite Summand, hoher osmotischer Druck, eine Gefahr des Austrocknens der Pflanzenwurzel. Zur Erzielung eines konstanten Wasserstromes in die

Pflanze aus dem Boden muß der osmotische Druck in der Wurzelzelle nur etwas höher sein als außerhalb — ist er zu stark überhöht, tritt Gefahr des Abreißen der Wasserfäden im Boden ein. An Stelle von Saugkraftmessungen des Bodens hätten zu treten Messung der Geschwindigkeit der Wasserbewegung, der Durchlässigkeit des Bodens einerseits, Konzentrationsmessungen des Bodensaftes anderseits.

3. Die für Sande von Halophytenstandorten der Lagune von Chioggia und der Bucht von Capodistria gemessenen Lösungskonzentrationen liegen zwischen $\kappa = 3,2$ (240 mg/l) und $\kappa = 89,0$ (6675 mg/l). Die Unterschiede in der Äquivalentkonzentration zwischen Trockenperiode und Regenperiode betrugen für Chioggiaböden 25,81 und 25,3, das sind 1936 mg/l bzw. 1898 mg/l, für den Capodistriaboden 24,2 und 25,3, das sind 1813 mg/l bzw. 1898 mg/l. Da in den Trockenperioden den Bodenproben etwas aq. dest. zugefügt werden mußte, sind die Spannungen in Wirklichkeit noch größer.

4. Böden vom Neusiedlersee zeigen Lösungskonzentrationen zwischen $\kappa = 2,07$ (155,3 mg/l) und $\kappa = 86,6$ (6495,0 mg/l), die erste Leitfähigkeit kommt einem Boden mit Steppenpflanzen, die zweite einem Halophytenstandort zu. Gering sind die Konzentrationsschwankungen — Regenperiode Anfang November gegen Trockenperiode Juli — für den Standort mit *Datura* Steppenboden, gefunden wurden 0,61 und 0,58, das sind 458 mg/l bzw. 435 mg/l. Die Konzentrationsschwankungen für ein *Phragmitetum* mit *Aster tripolium* betrugen 16,2 und 17,3, das sind 1215 mg/l bzw. 1298 mg/l, für ein *Salicornietum* 29,6 und 23,9, das sind 1793 mg/l bzw. 2220 mg/l. Diese Größenordnung entspricht den Halophytenverhältnissen am Meeresstrande. Lößboden aus der Gegend von Neusiedl am See zeigte ein dem obigen Steppenstandorte entsprechendes Verhalten.

5. Waschungen von Böden, die hochkonzentrierte Lösungen leicht löslicher Salze enthielten — gleiche Gewichtsmengen Boden und aq. dest. — ergaben ein Sinken der Lösungskonzentrationen um 80% bis 70% der vorhergehenden κ -Werte. Mit Entfernung der leicht löslichen Salze aus dem Boden hörte die rasche Konzentrationsverminderung durch Wasserzusätze auf. Der Wert von κ lag jetzt ungefähr bei 3. Nun trat der Boden in ein Regime geringer Empfindlichkeit für Wassergaben. Mit dem Aufhören der solcherart bedingten Konzentrationsschwankungen auf dem Standorte fällt der Wechsel in der Pflanzendecke zusammen. Lößböden vom Braunsberge und vom Wienerberge (N.-Ö.) verhielten sich entsprechend. Regen führt in Böden, deren Lösungskonzentration in diesem Stadium durch schwerer lösliche Karbonate bedingt ist, zunächst zu keiner Herabsetzung der Lösungskonzentration. Werden Kolloide bei Beregnung mobilisiert, so tritt im Sinne der im Abschnitt III dieser Studien besprochenen Erscheinungen sogar eine Erhöhung der Lösungskonzentration der Bodenlösung ein. Durch lange Waschungen

kann die Leitfähigkeit von Sanden bis auf die Leitfähigkeit von Kiesel-säuresolen mit κ bei 0,5 herabgedrückt werden.

6. Leitfähigkeitsmessungen des Donauwassers in der Lobau und in der Tullnerau in den Jahren 1923, 1927 und 1930 ergaben Minima bei Eisgang im Winter $\kappa = 2,48$ und bei hohem Pegel im Frühjahr (Schneeschmelze) $\kappa = 2,85$, $\kappa = 2,83$, Maxima bei niederem Pegel im Herbst $\kappa = 3,65$, $\kappa = 3,30$; Hochwasser durch Regen erhöhte letztere Zahl auf 3,59. Stehende Auengewässer zeigten stets eine bedeutend höhere Konzentration gegenüber dem Donauwasser. Mikroskopische Prüfung sowie chemische Analyse des in stagnierenden Wässern in der Tullnerau zum Absatze kommenden Schlammes ergaben reichen Ca- und Mg-Karbonatgehalt. Alkalinitätsbestimmungen der Gewässer vor und nach dem Hochwasser ergaben, daß im stehenden Wasser unter dem Einfluß von Kondensationskernen Karbonattrübungen in Lösung gehen (Abschnitt III dieser Studien). Adsorption von Karbonathüllen (mikroskopisch nachweisbar) an die Alumosilikatkerne führt zur Ausfällung, Schlamm-bildung. Diese Vorgänge spielen sich am Standort eines Scirpetums ab. Versuche mit diesem Schlamm zeigten eine höhere Löslichkeit bei 10° Versuchstemperatur mit $\kappa = 3,85$, pH 8,5 gegen ein $\kappa = 2,97$, pH 8 — 8,5 bei 30° Temperatur, ein für das Ca-Karbonat im Verlauf unserer Studien immer wieder gefundenes Verhalten.

7. Dasselbe Verhalten zeigen die jungen Auenböden mit *Salix*-, *Populus*-, *Alnus*-Gesellschaften. Ausgeglichen erscheinen die Lösungskonzentrationen im Verlaufe der Vegetationsperiode, die nur durch das Hochwasser eine Störung erfahren. Die Schwankungen der κ -Werte der Lösungen eines Standortes aus 1 m Bodentiefe sind nicht höher als 0,44 Äquivalente = 33 mg/l ohne Berücksichtigung der Leitfähigkeiten bei Hochwasser, steigen bei Einbeziehung dieser Werte auf 0,80 = 60 mg/l, bei einer Temperatur von 10°. Für die 30°-Versuchstemperatur bringt das Hochwasser eine relativ stärkere Veränderung. Gegenüber einer Äquivalentdifferenz von 0,07 (5,5 mg/l) und 0,11 (8,3 mg/l) vor dem Hochwasser, eine solche von 1,27 (95,3 mg/l).

8. Die Leitfähigkeiten für ältere Auenböden mit *Quercus-robur*-Hainen wurden zwischen 1,68 und 4,11 gemessen. An diesen Standorten wirkt die stärkere Humusproduktion im Sinne einer κ -Erhöhung mit höherer Temperatur. Die Lösungskonzentrationen steigen gegen den Sommer hin an. Während das Hochwasser eine Erhöhung der Lösungskonzentrationen für die Ufervegetation brachte, wird durch die gleichzeitige Regenwirkung am Eichenstandorte die Lösungskonzentration nur unbedeutend herabgesetzt. Die Konzentrationsschwankungen im Jahre wurden maximal mit 0,46 (34,6 mg/l) für 10°, mit 1,14 (85,5 mg/l) für 30° Versuchstemperatur beobachtet.

9. Vergleiche obiger Eichenböden mit solchen aus der Gegend von

Wörnitz (Marchfeld) ergaben ein übereinstimmendes Verhalten. Während alle bisher in diesem Abschnitte der Studien besprochenen Böden als alkalische zu bezeichnen sind, $\text{pH} > 7,5$, trat mit *Pinus silvestris* in dieser Gegend von den untersuchten Steppenböden der erste saure mit $\kappa = 1,68$, $\text{pH} 6,5$ in Erscheinung.

10. Ein Vergleich der Auen- und Steppenböden mit den im Abschnitt IV dieser Studien besprochenen alpinen Böden mit reichem Karbonatgehalt zeigt geringere Schwankungen in der Konzentration der Bodenlösungen der Tieflandsböden gegenüber jenen des Hochgebirges. — Die größten Schwankungen wurden bei Halophytenböden, die kleinsten bisnun bei Hochgebirgsböden des Kristallins gefunden.

Zum mikrochemischen Nachweis freier Phenole in der Pflanze

Von

Gustav Klein (Oppau), Edith Siersch (Wien) und
Hans Linser (Oppau)

(Mit 12 Textabbildungen)

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien und dem
biologischen Laboratorium Oppau der I. G. Farbenindustrie-Aktiengesellschaft,
Ludwigshafen am Rhein)

Einleitung

Aromatische Benzolderivate usw., besonders zwei- und dreiwertige Phenole und deren Derivate sind schon seit langem aus der Pflanze dargestellt worden.

Einerseits wurden sie frei und veräthert in Sekreten und Exkreten, besonders in ätherischen Ölen gefunden (p-Kresol, Chavicol, Esdragol, Anethol, Thymol, Carvacrol, Thymohydrochinon, Kreosol, Eugenol und Isoeugenol, Safrol, Elemicin, Myristicin, Asaron usw.). Andererseits sind sie in höher molekulare Zellinhalts- und Gerüststoffe eingebaut und treten erst als Abbauprodukte während der chemischen Aufarbeitung von Pflanzen (durch Hydrolyse, trockene Destillation oder Kalischmelze) auf. So wurden sie aus zahlreichen Glycosiden (Hydrochinon aus Arbutin, Phloroglucin aus Phloridzin, Hesperidin, Naringenin, Querzitrin, Robinin, Rutin, Rhamnin, Glycyphyllin, Aurantiin, Lokaonsäure⁸, Eryodictyol, Flavonen, Anthocyanen, glycosidischen Gerbstoffen), aus Tanningerbstoffen und deren Baustein Gallussäure (Pyrogallol), aus Katechingerbstoffen (Brenzkatechin), aus Harzen (Phloroglucin und Resorzin) aus der Filixsäure der Zellmembranen der Farne (Phlorogluzin) gewonnen.

Auch frei in der Zelle vorkommend werden sie wiederholt angegeben, so Hydrochinon in *Protea mellifera*, *Vaccinium Vitis-idaea* und *Pirus communis*, Brenzkatechin in *Salix*-Arten, herbstlichen *Vitis*-Blättern, abfallender Rinde von *Platanus*; auch Phloroglucin wurde als weit verbreitet angenommen, aber ebenso wie alle vorgenannten Vorkommen wieder bezweifelt^{2, 6, 7}.

Ob diese Körper also wirklich präformiert in der Zelle vorliegen, ist nicht erwiesen. Beim üblichen makrochemischen Aufarbeitungsgang ist

eine nachträgliche Entstehung dieser Körper aus enzymatischer (beim Trocknen) und chemischer Aufspaltung (aus Glycosiden, Gerbstoffen, Harzen) nicht auszuschließen. Auch alle bisherigen histochemischen Untersuchungen besagen hierüber nichts. Denn alle angewandten Farbreaktionen sagen höchstens, daß phenolische Hydroxylgruppen vorhanden waren, gleichgültig an welchen Körpern; zu den meisten dieser Farbreaktionen werden überdies starke Säuren verwendet (konz. HCl oder H_2SO_4), die natürlich alle Glycosidbindungen hydrolytisch aufspalten (sie werden ja dazu benützt)⁴. Ähnliche Einwände gelten auch für die Mikrosublimation aus Pflanzengeweben, da hier ideale trockene Destillation vorliegt, bei der, wie schon betont, aus Gerbstoffen, Harzen usw. Phenole abgesplittert werden.

Freilich sind auch negative Befunde nicht eindeutig, da gerade Reaktionen auf Phenole Hemmungen durch andere Stoffe unterliegen und überdies die Phenole auf Grund ihrer Reaktionsfähigkeit leicht und schnell nach ihrer Entstehung im Organismus weiter verändert werden könnten.

Und doch wäre es von besonderem biochemischen Interesse, zu wissen, ob Vertreter dieser Körperklasse im Organismus vorhanden sind, da gerade neuere physikalisch-chemische und technisch-chemische Untersuchungen ihre Rolle bei Reduktions- und Oxydationsvorgängen und besonders als Antioxydantien aufgezeigt haben.

Deshalb wurde versucht, bei möglichst schonender, exakter Aufarbeitung und unter Verwendung von empfindlichen und eindeutigen Kristallreaktionen das Vorkommen von freien Di- und Trioxybenzolen, also von Brenzkatechin, Resorzin, Hydrochinon, Pyrogallol und Phlorogluzin zu prüfen.

Methodik

a) Nachweis

Zuerst wurden rein chemisch die in der Literatur angegebenen Reagentien auf Phenole, und zwar Brenzkatechin, Resorzin, Hydrochinon, Pyrogallol und Phlorogluzin durchgeprüft und dabei besonderes Gewicht auf möglichst eindeutige Kristallreaktionen und hohe Empfindlichkeit gelegt.

Lösungsmittel: Alkohol und Wasser. (In beiden sind sowohl die oben genannten Phenole als auch die später verwendeten Reagentien löslich.)

Zur Bestimmung der Empfindlichkeit wurden von den einzelnen Phenolen Lösungen in der Stärke von 10%, 1%, 1:1000, 1:10000 und 1:100000 hergestellt und bei dem betreffenden Reagens geprüft, bis zu welcher Konzentration ein noch deutlich bestimmbares Reaktions-

produkt auftritt. Reagentien, deren Empfindlichkeitsgrenze nicht höher als bei 1 : 500 liegt, wurden später bei der Untersuchung der Pflanze nur selten verwendet.

Es wurden folgende Reagentien versucht:

1. Bromwasser; 2. rauchende Salpetersäure; 3. Kalium- oder Natriumnitrit in 10% bis 40% wässriger Lösung; 4. Chinon; 5. p-Nitrosodimethylanilin; 6. p-Diazobenzolsulfosäure; 7. α -Naphthochinon; 8. Ferricyankali; 9. Bleiacetat; 10. Barytlauge.

Von allen diesen Reagentien zeigten sich nur Chinon, α -Naphthochinon, p-Nitrosodimethylanilin und p-Diazobenzolsulfosäure zum mikrochemischen Nachweis geeignet.

Die Reaktionen wurden sämtlich auf hohlgeschliffenen Objektträgern ausgeführt und wurden im einzelnen wie folgt gehandhabt:

Mit Chinon tritt in alkoholischen Phenollösungen meist nur dann ein gutes Reaktionsprodukt auf, wenn es in Benzol gelöst zugesetzt wird. Zu diesem Zwecke wurden mehrere Chinonkristalle in zirka 1 ccm Benzol gelöst, so daß die Lösung eine messinggelbe Färbung hatte. In manchen Fällen (in Pflanzenextrakten) traten aber auch in alkoholischen Lösungen nur mit festem Chinon brauchbare Resultate auf; wovon dies abhing, konnte nicht ermittelt werden. Zu wässrigen Phenollösungen wurde Chinon immer als Substanz zugesetzt. Leichtes Ansäuern mit Essigsäure, wie es BEHRENS-KLEY empfiehlt, bewirkte keine Besserung der Reaktion.

p-Nitrosodimethylanilin wurde immer in fester Form, nie in Lösung verwendet. Bei alkoholischen Phenollösungen werden wenige Kristalle des Reagens auf den Objektträger gegeben und dann ein bis zwei Tropfen der Phenollösung zugesetzt. In einigen Fällen empfiehlt es sich auch, wenige Kristalle von Natriumacetat noch zuzusetzen.

In wässrigen Phenollösungen werden noch ein bis zwei Tropfen einer wässrigen (10 bis 40%) Kalium- oder Natriumnitritlösung zugefügt. Manchmal bewirkt auch schwaches Ansäuern mit verdünnter Essigsäure besseres Auskristallisieren des Reaktionsproduktes.

p-Diazobenzolsulfonsäure wurde gleichfalls nur in fester Form und nur in wässrigen Phenollösungen verwendet; manchmal in neutraler (Resorzin), manchmal in alkalischer (KOH; Phlorogluzin) Lösung. Späterer Zusatz von einigen Kochsalzkristallen in der Hitze bewirkt „Aussalzen“ eines kristallinen Niederschlags.

Von α -Naphthochinon wurde in 96% Alkohol und in Eisessig eine gesättigte (zirka 1%) Lösung verwendet.

Ferricyankali wurde in verdünnter Essigsäure in einer Menge gelöst, daß das Reagens hellgelbe Färbung hatte.

Im folgenden sollen die Reaktionen der Phenole mit den einzelnen Reagentien miteinander verglichen werden.

Chinon:

Brenzkatechin in 96% Alkohol gelöst, Chinon in Benzol: Nach dem Zusammenmischen zweier Tropfen der Lösungen am Objektträger und nach deren Verdunsten erscheinen am Deckglasrand rotbraune bis fast schwarze Kristalle (Drusen, Spieße, Dendriten).

Bei einer Konzentration der Phenollösung von 1 : 2000 trat noch ein charakteristisches Reaktionsprodukt auf.

Die wässrige Lösung von Brenzkatechin mit und ohne CH_3COOH -Zusatz ergab mit Chinon (als Substanz) vollkommen negative Resultate.

Resorzin in 96% Alkohol gelöst, Chinon in Benzol: Nach dem Verdunsten der Lösungsmittel große, rubinrote Kristalle (Dendriten). Diese verschwinden nach einigen Stunden.

Resorzin in Wasser gelöst, Chinon in fester Form: rotbraune Würfel und Prismen in unmittelbarer Nähe der Chinonkristalle; die Farbe verschwindet nach mehreren Stunden. Bei einer Konzentration von 1 : 10000 tritt noch ein gut sichtbares Reaktionsprodukt auf. Bei CH_3COOH -Zusatz ist das Ergebnis das gleiche.

Hydrochinon in 96% Alkohol gelöst, Chinon in Benzol: Nach dem Verdunsten der Lösungsmittel am Deckglasrand große, anfangs violette, später schokoladebraune Kristalle, meist spanähnliche Formen. Bei einer Konzentration von 1 : 20000 noch schwach positive Reaktion.

Hydrochinon in Wasser gelöst, Chinon in fester Form: Dunkelbraune bis schwarze, prismatische, lange Stäbe. Bei einer Konzentration von 1 : 10000 noch schwach positive Reaktion, in der Nähe der Chinonkristalle. CH_3COOH -Zusatz ändert die Reaktion nicht.

Pyrogallol in 96% Alkohol gelöst, Chinon in fester Form: Nach kurzer Zeit braune größere und kleinere Nadelbüschel und Garben; in 1% Lösung sehr kurze, fahlbraune Prismen. Bei einer Konzentration von 1 : 1000 noch positive Reaktion. (Nach BEHRENS-KLEY muß Chinon im Überschuß vorhanden sein.) CH_3COOH -Zusatz ändert die Reaktion nicht.

Phlorogluzin in 96% Alkohol gelöst, Chinon in Benzol: Gleich nach dem Eindunsten der Lösungsmittel leuchtend braunrote, große Kristalle, vielfach verzweigt. Sie sind nicht sehr lange haltbar. Bei einer Konzentration von 1 : 2000 noch positive Reaktion.

p-Nitrosodimethylanilin:

Brenzkatechin in 96% Alkohol gelöst, p-Nitrosodimethylanilin in fester Form: Nach 24 Stunden gelbe, prismatische und stabförmige Kristalle, vielfach zu Sternen zusammengesetzt. Bei einer Konzentration von 1 : 1000 noch schwach positive Reaktion. Brenzkatechin in Wasser gelöst, p-Nitrosodimethylanilin als Substanz, KNO_2 (oder NaNO_2) in 10% bis 40% wässriger Lösung: Nach kurzer Zeit Kristalle wie in

alkoholischer Lösung. Bei einer Konzentration von 1 : 5000 noch positive Reaktion. (Nach BEHRENS-KLEY schwarze Kreuze und Sternehen.)

Brenzkatechin in 96% Alkohol gelöst, p-Nitrosodimethylanilin in fester Form: sehr wenig charakteristisches Reaktionsprodukt.

Resorzin in 96%igem Alkohol gelöst, p-Nitrosodimethylanilin in fester Form, Natriumacetat, fest: Nach kurzer Zeit lange Spieße und Nadeln, schwach gelb (in brauner Flüssigkeit). Bei einer Konzentration von 1 : 10000 noch schwach positiv. Nach BEHRENS-KLEY sind die Kristalle orangegelb und ziemlich dunkel.

Hydrochinon in 96%igem Alkohol gelöst, p-Nitrosodimethylanilin in fester Form, Natriumacetat, fest: nach Verdunsten des Alkohols am Deckglasrand rotbraune Kristalle. Bei einer Konzentration von 1 : 10000 noch schwach positiv.

Hydrochinon in Wasser gelöst, p-Nitrosodimethylanilin in gesättigter alkoholischer Lösung und etwas 40%iges Kaliumnitrit: braune Kristalle in unmittelbarer Nähe der p-Nitrosodimethylanilinkristalle. Bei einer Konzentration von 1 : 10000 noch schwach positiv.

Pyrogallol in 96%igem Alkohol gelöst, p-Nitrosodimethylanilin in gesättigter alkoholischer Lösung, Natriumacetat, fest: braune Stachelkugeln, Prismen, Nadelbüschel. Bei einer Konzentration von 1 : 10000 noch positiv.

Pyrogallol in Wasser gelöst, p-Nitrosodimethylanilin in fester Form, etwas Essigsäure und 40%iges Kaliumnitrit: nach etwa einer halben Stunde viele kleine braune Sterne. Bei einer Konzentration von 1 : 1000 noch positiv.

Phlorogluzin in 96%igem Alkohol gelöst, p-Nitrosodimethylanilin in gesättigter alkoholischer Lösung, Natriumacetat, fest: am Deckglasrand helle und dunkle rotbraune, sechseckige Kristalle. Schollen und kleine Prismen. Bei einer Konzentration von 1 : 10000 noch schwach positiv.

Phlorogluzin in Wasser gelöst, p-Nitrosodimethylanilin in gesättigter alkoholischer Lösung und etwas 40%iges Kaliumnitrit: sehr kleine hellbraune Stäbe, meist zu Bündeln vereinigt. Bei einer Konzentration von 1 : 1000 noch positiv.

p-Diazobenzolsulfosäure:

Brenzkatechin in 1% wässriger Lösung wurde mit einem Tropfen KOH und p-Diazobenzolsulfosäure als Substanz erhitzt, dann wurde NaCl-Substanz zugesetzt. Es trat weder gleich noch nach Eindunsten der Lösungsmittel ein Reaktionsprodukt auf. Auch nach Zusatz von CH_3COOH nicht.

Nach BEHRENS-KLEY besteht das Reaktionsprodukt aus quadratischen Täfelchen.

Tabelle I.

Reagens →	Chinon				α-Naphtho- chinon	p-Nitrosodimethylanilin in alkoholischer, gesättigter Lösung				Diazobenzol- sulfosaure
	I	II	III	Fig.		fest mit alkohol. Lösg. des Phenols	Benzollösung mit alkohol. Lösg.	fest mit CH_3COOH wässrig. Lösg.	alkohol. Lösg. mit alkohol. Lösg.	
an prüfendes Phenol ↓										
	fest mit alkohol. Lösg. des Phenols	alkohol. Lösg. mit alkohol. Lösg.	fest mit CH_3COOH wässrig. Lösg.	Fig.	alkohol. Lösg. mit alkohol. Lösg.	+ Natrium- acetat mit alkohol. Lösg.	mit alkohol. Lösg.	+ Eisessig + KNO ₃ mit wässrig. Lösg.	Fig.	fest mit wässrig. Lösg.
					IV	V	VI	VII	VIII	Fig.
Phenol	gelbe bis braune Spieße	braune Nadeln u. Spieße	—		braune Na- delbüschel u. Dendri- ten (beim Trocknen)	—	—	gelbe, kurze Prismen u. Nadeln am Reagens	—	
	1:1 000	1:2 000			1:100 000			1:10 000		
Brenzkatechin	—	beim Ein- trocknen am Rand dunkel- braune Na- deln u. Spieße	braune Prismen u. Spieße	1	—	hellbraune Stäbe und Prismen	braune, ge- drungene Prismen und Nadel- büschel	braune bis schwarze Prismen- büschel	—	1)
						1:1 000	1:10 000	1:1 000		
Resorzin	—	rotbraune, etwas kor- rodirt aus- sehende Prismen	rotbraune Würfel u. Prismen, später schwarze Stachel- kugeln	4	violette Nadeln (beim Ein- trocknen)	beim Ein- trocknen gelbe Spieße	—	gelbe, lange Nadeln am Reagens	10	gelbe, braune Nadeln, Prismen, Büschel
		1:200	1:10 000		1:10 000			1:10 000		1:10 000

Hydrochinon	schiefwinkelige, braune bis violette Prismen u. Büschel	3	braune bis violette Nadeln, Prismen, Spieße	3	braune Kristalle, violette Büschel	3	leuchtend rote Prismen u. Nadeln (beim Ein-trocknen)	7	braune feine Nadeln u. Büschel	braune feine Prismen-büschel	braune Nadeln u. unschöne Prismen a. Reagens	—
	1: 100		1: 20 000	1: 10 000	1: 10 000	1: 10 000	1: 100 000	—	1: 1 000	1: 10 000	1: 10 000	—
Pyrogallol	fahlbraune bis violette Prismen u. Spieße		violette, unschöne Kristalle am Rand	6	braune Kristalle, schwarze Büschel	6	dunkelbraune Nadeln u. Besen-formen (a. Rand)	—	braune Stachel-kugeln u. Nadeln, dendi-tisch	braune feine Prismen u. Nadel-büschel	beim Ein-trocknen am Rand braune Dendrite	orangefole u. gelbe Prismen u. Stäbe
	1: 10 000	—	1: 1 000	1: 100 000	1: 100 000	1: 100 000	—	—	1: 10 000	1: 1 000	1: 1 000	1: 1 000
Phlorogluzin	braune Kristalle am Rand		kleine, dunkel-rotbraune, unschöne Prismen	5	rotbraune Kristalle am Rand	5	—	—	rote oder blaue, braungelbe sechseckige Kristalle	hellbraune bis rote Kristalle (Nadeln, Prismen) a. Reagens	hellbraune kurze Prismen a. Reagens	orangefote Nadeln u. Stäbe am Rand
	—	—	1: 2 000	—	—	—	—	—	1: 10 000	1: 10 000	1: 1 000	—
Orzin	—		braune, schiefwin-kelige Prismen, unschön		braune Kristalle u. amorphe Fällung; schwarze Büschel		violette bis braune Nadeln (a. Rand)		braune Nadeln u. Stachel-kugeln a. Rand	hellbraune kurze Prismen a. Reagens	hellbraune Stachel-kugeln u. Nadeln	12
	—	—	1: 20 000	1: 100 000	1: 100 000	1: 100 000	1: 100 000	—	1: 5 000	1: 10 000	1: 1 000	1: 10 000

¹⁾ Brenzkatechin in 1^o, wässriger Lösung wurde mit 1 Tropfen KOH und p-Diazobenzolsulfosäure als Substanz erhitzt, dann wurde NaCl in fester Form zugesetzt. Es trat weder gleich noch nach Eindunsten der Lösungsmittel ein Reaktionsprodukt auf. Auch nach Zusatz von CH₃COOH nicht. Nach Behrens-Kley besteht das Reaktionsprodukt aus quadratischen Tafeln.

■ bedeutet spezifische und charakteristische, ^{11 12)} noch deutlich spezifische Reaktionen.

Resorzin in Wasser gelöst, p-Diazobenzolsulfosäure erhitzt, dann NaCl-Zusatz: sofort gelbe bis braungelbe Kristalle in büscheligen Aggregaten. Bei einer Konzentration von 1 : 10000 noch schwach positiv.

Nach BEHRENS-KLEY ist CH_3COOH -Zusatz notwendig. Die Kristallbildung erfolgt aber ohne CH_3COOH -Zusatz rascher.

Hydrochinon gibt weder in saurer noch in alkalischer noch in neutraler Lösung eine Reaktion.

Pyrogallol: Orangerote Prismen und Stäbe.

Phlorogluzin in Wasser gelöst, KOH, p-Diazobenzolsulfosäure erhitzt, dann NaCl-Substanz und CH_3COOH -Zusatz: Nach kurzer Zeit braunrote Sterne mit sehr feinen spitzen Strahlen. Bei einer Konzentration von 1 : 10000 noch schwach positiv.

α -Naphtochinon:

Liefert nur mit Hydrochinon ein außerordentlich charakteristisches Reaktionsprodukt. Leider geht dieser Empfindlichkeitsgrad des Reagens nur bis zu einer Konzentration von 1 : 1000. Hydrochinon in 96% Alkohol gelöst, α -Naphtochinon in 96% Alkohol gelöst (zirka 1% gesättigt): Nach dem Verdunsten des Alkohols große rote Nadeln und Sterne. Hydrochinon in Wasser gelöst, α -Naphtochinon in Eisessig: Rote Kristalle wie in alkoholischer Lösung.

Bromwasser:

Brenzkatechin in wässriger Lösung: Nach 24 Stunden kleine, dunkelbraune bis schwarze Sterne und Stäbchen. Bei einer Konzentration von 1 : 1000 noch schwach positiv (Reaktion nicht sehr charakteristisch).

Resorzin: negativ.

Hydrochinon: negativ.

Pyrogallol: negativ.

Phlorogluzin: in Wasser gelöst: Farblose Sterne und Kreuze mit vielfach verzweigten Strahlen nach mehreren bis 24 Stunden. Bei einer Konzentration von 1 : 10000 noch schwach positiv. (Überschuß an Bromwasser kann störend wirken.)

Rauchende Salpetersäure:

Gibt mit einer Resorzin-Ätherlösung nach ein bis zwei Tagen große rosa Kristalle von verschiedenen Formen. Diese lösen sich in NH_4OH langsam blaugrün. Die umgebende Flüssigkeit färbt sich von violett über blaugrün bis gelbgrün. In der Nähe der rosa Kristalle fallen sofort grünliche, große Kristalle aus. Stellenweise entstehen auch dunkelviolette Gitter und Zerrformen. Leider ist die Reaktion nur in starker Konzentration bzw. nur bei Vorhandensein von Resorzin in fester Form möglich.

Sublimationstemperaturen	(im Vakuum)
Brenzkatechin	25 bis 30°
Resorzin	27 „ 32°
Pyrogallol	38 „ 43°
Hydrochinon	40 „ 50°
Phlorogluzin	100 „ 110°.

Da als Fehlerquelle bei der Beurteilung der Mikroreaktionen die Gerbstoffe zu berücksichtigen waren, wurde eine Reihe von natürlichen und künstlichen Gerbstoffen auf ihr Verhalten geprüft. Es ergab sich, daß die Gerbstoffe fast alle mit Chinon Reaktionen geben, die denen der Phenole mit Chinon sehr ähnlich sind. In höheren Konzentrationen sind aber auch Produkte mit Nitrosodimethylanilin zu beobachten. Fast alle Produkte haben Ähnlichkeit mit den Produkten des Pyrogallols, dessen Nachweis damit auch am meisten durch Gerbstoffe gehindert ist. Eine Zusammenstellung der Resultate, die mit den Gerbstoffen erhalten wurden, gibt folgende Tabelle:

+ = positiver Ausfall der Reaktion, 0 = negativ,
(+) = schwach positiv.

Reaktion mit:

Gerbstoff:	Chinon	Naphto- chinon	p-Nitro- sodimethyl- anilin	Diazoben- zolsulfo- säure
Künstliche:				
Gerbstoff F	+	0	+	0
Gerbstoff FCi	+	0	+	0
Gerbstoff NH	+	0	+	0
Neradol D	+	0	0	0
Neradol ND	(+)	0	(+)	0
Neradol M	(+)	0	+	0
Ordoval G	+	0	+	0
Ordoval 2 G	+	0	+	0
Natürliche:				
Fichtenrindenextrakt	+	0	+	+
Kastanienholzextrakt	+	0	+	+
Mimosenextrakt	+	0	0	+
Myrobalanusextrakt	+	0	+	+
Quebrachoextrakt	+	0	0	+
Sumachextrakt	0	0	0	(+)

Diese Ergebnisse zeigen, daß vor der Durchführung der Mikroreaktionen auf Phenole erst die Gerbstoffe möglichst weitgehend entfernt

werden müssen. Dies wird durch Behandlung der wässerigen Extrakte mit Hautpulver erreicht. (Hausenblase eignet sich nicht, da sie selbst Ursache einer Fehlerquelle werden kann.) Besonders bei der Suche nach freien Phenolen ist dies zu berücksichtigen, da es sich dabei nur um ganz geringe Mengen von Phenolen handeln kann und die Produkte in geringen Mengen nicht mehr sehr charakteristisch sind. Es wurde daher auch im Aufarbeitungsgang die Behandlung mit Hautpulver eingeschaltet. (Vgl. dazu S. 241). Eine Störung durch Gerbstoffe ist dann nicht mehr zu befürchten.

b) Verarbeitung des Materials

Es wurde nun versucht, die an reinen Lösungen ausprobierten Reaktionen für die in den Pflanzen vorhandenen Phenole anzuwenden. Die Phenole in dem Gewebe selbst nachzuweisen, war mit den zur Verfügung stehenden Reagentien und bei den vielen in Betracht kommenden Fehlerquellen nicht möglich. Es wurde daher auf zwei Wegen versucht, die gesuchten Körper aus der Pflanze zu gewinnen: einerseits durch fraktionierte Mikrosublimation und andererseits durch Extraktion.

1. Sublimation

Sublimiert wurde im Vakuum. Es wurde stark zerkleinertes, getrocknetes Pflanzenmaterial zuerst zwischen 70 und 90° zirka eine Stunde, dann nach Wechsel der Deckgläser zwischen 110 und 130° der Sublimation ausgesetzt. Nach den bereits an reinen Phenolen festgestellten Sublimationstemperaturen konnte auf diese Weise in der ersten Fraktion nur Brenzkatechin, Resorzin, Hydrochinon und Pyrogallol, in der zweiten auch Phlorogluzin vorhanden sein. Eine weitere Trennung der Phenole der ersten Fraktion auf diesem Wege wäre praktisch nicht möglich, da die Sublimationstemperaturen zu nahe beieinander liegen.

Übrigens gelingt es auch in derselben Fraktion, Phenole nebeneinander nachzuweisen. Die Reaktionsprodukte sind in dem Falle nicht so schön, wie wenn ein Phenol allein vorliegt; immerhin sind sie aber so, daß sie bei einiger Praxis noch gut unterscheidbar sind.

Die Mikrosublimation erlaubt nicht, zwischen freien und erst abgespaltenen Phenolen zu unterscheiden.

2. Extraktion.

Der zweite Weg, nämlich mit einem Lösungsmittel die Phenole aus der Pflanze herauszulösen, ergab teilweise bessere Resultate als die Mikrosublimation. Als Lösungsmittel kamen Wasser, Alkohol und Äther in Betracht.

a) Wasser.

Die Extraktion mit Wasser wurde wie folgt ausgeführt: Stark zerkleinertes Pflanzenmaterial wurde im Mikroextraktionsapparat eine

halbe Stunde vorsichtig erhitzt. Der filtrierte Wasserauszug wurde dann nach dem Erkalten auf Phenole untersucht.

b) Alkohol.

Zur Extraktion mit Alkohol wurden möglichst zerkleinerte Pflanzenteile mit 70% Alkohol mehrere Tage bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Der abgepreßte Auszug wurde dann filtriert und zum Teil gereinigt, zum Teil ungereinigt auf Phenole geprüft.

Die Reinigung der Alkoholauszüge geschah wie folgt. Beiläufig 10 ccm des alkoholischen Extraktes wurden am Wasserbad vorsichtig bis fast zur Trockne eingengt. Dann wurde mit Wasser kalt aufgenommen und die wässerige Lösung mit Tetrachlorkohlenstoff so oft ausgeschüttelt, bis letzterer farblos blieb. Die Phenole sind in Tetrachlorkohlenstoff unlöslich. Nach der Trennung wurde die Wasserphase mit Äther zwei bis dreimal ausgeschüttelt und die Ätherschicht, die die Phenole enthält, auf Uhrgläsern verdunsten gelassen. Der aus dem Äther erhaltene Rückstand enthält die Phenole in genügend gereinigter Form.

Die Ätherrückstände wurden nun einmal mit 96% Alkohol, dann mit Wasser kalt aufgenommen und die so erhaltenen Lösungen geprüft. Bei diesem Aufarbeitungsgang erscheint eine nachträgliche Abspaltung von Phenolen wohl ausgeschlossen.

Wenn ein Phenol in großer Menge in der Pflanze enthalten ist, gelingt es, den Ätherrückstand durch Sublimation noch weiter zu reinigen (*Arctostaphylos uva-ursi*).

Um die Brauchbarkeit der beschriebenen Methoden zum Nachweis der Phenole zu prüfen, wurden verschiedene als phenolhaltig bekannte Pflanzen in getrocknetem, teilweise auch in frischem Zustande mit den Mikroreaktionen durchgeprüft, wobei obig beschriebene Extraktionsmethoden angewendet wurden.

Die Ergebnisse waren durchwegs befriedigend. Im folgenden die Liste der untersuchten Pflanzen:

***Acer laetum*.** Rinde (Jänner, frisch).

Alkoholauszug gereinigt. Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: stark positiv; Phlorogluzin: negativ.

***Aesculus hippocastanum*.**

Blüten mit Kelch wurden bei Zimmertemperatur getrocknet, gepulvert und im Vakuum der Sublimation ausgesetzt.

Sublimat (I. Fraktion unter 90°): Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: stark positiv; Phlorogluzin: negativ.

Sublimat (2. Fraktion zwischen 110 und 140°). Die Reaktion verlief wie bei der ersten Fraktion.

Alkoholauszug (nicht gereinigt): Reaktionen ebenso.

Blätter (Mai) wurden bei Zimmertemperatur getrocknet, pulverisiert und im Vakuum der Sublimation unterworfen.

Sublimat (1. Fraktion unter 90°): Brenzkatechin: positiv; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv; Phlorogluzin: negativ.

Sublimat (2. Fraktion über 110°): Die gleichen Ergebnisse wie bei der ersten Fraktion.

Alkoholauszug (nicht gereinigt): Reaktionen ebenso.

Alkoholauszug (gereinigt): Ätherrückstand mit Alkohol kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv; Phlorogluzin: negativ.

Blätter in siedendes Chloroform eingebracht¹:

Alkoholextrakt (nicht gereinigt): Brenzkatechin: nicht eindeutig positiv; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv; Phlorogluzin: negativ.

Blätter (vergilbt, November).

Alkoholauszug (gereinigt): Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen. Lösung nicht vollkommen rein, schwach grünlich. Brenzkatechin: negativ; Resorzin: nicht eindeutig positiv; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: höchstens ganz schwach positiv; Phlorogluzin: negativ.

Rinde (Mai).

Sublimat: Brenzkatechin: sehr schwach positiv; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv; Phlorogluzin: negativ.

Alkoholauszug (nicht gereinigt): Brenzkatechin: positiv; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv; Phlorogluzin: negativ.

Rinde (Jänner):

Ätherrückstand mit Alkohol kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv; Phlorogluzin: negativ.

Arctostaphylos uva-ursi (Blätter trocken) wurde pulverisiert und der Sublimation ausgesetzt.

Brenzkatechin:

1. Mit Bromwasser: negativ.

2. Mit Chinon in Benzol gelöst, Sublimat in Alkohol gelöst: negativ.

3 a. Mit p-Nitrosodimethylanilinsubstanz, Sublimat in Alkohol gelöst: negativ.

¹ Die Methode wurde zum Nachweis eventuell freier vorhandener Phenole versucht. Vergleiche dazu S. 242.

3 b. Mit p-Nitrosodimethylanilinsubstanz, NaNO_2 10%; Sublimat in Wasser gelöst: negativ.

Resorzin:

1. Mit HNO_3 fum.; Sublimat in Äther gelöst: negativ.

2. Mit Chinon-Benzol; Sublimat in Alkohol gelöst: negativ.

3. Mit p-Nitrosodimethylanilin, Natriumacetat; Sublimat in Alkohol gelöst: negativ.

4. Mit p-Diazobenzolsulfonsäure, NaCl : Sublimat in Wasser gelöst: negativ.

Hydrochinon:

1 a. Mit Chinon-Benzol; Sublimat in Alkohol gelöst: positiv, kleine dunkelbraune Kristalle.

1 b. Mit Chinon-Substanz; Sublimat in Wasser gelöst: positiv, dunkelbraune Stäbchen.

2. Mit p-Nitrosodimethylanilin, Natriumacetat; Sublimat in Alkohol gelöst: positiv, kleine rotbraune Kristalle am Deckglasrand.

3 a. Mit α -Naphtochinon-Alkohol: positiv, wenige und sehr kleine intensiv rot gefärbte Kristalle.

3 b. α -Naphtochinon-Essigsäure: positiv wie bei 3 a.

Da Hydrochinon in der Pflanze als Glykosid Arbutin vorhanden ist, wurde das Material erst zehn Minuten mit Salzsäuredämpfen behandelt, um Hydrolyse herbeizuführen, und sublimiert. Die Ausbeuten waren entsprechend der Spaltung viel größer.

Pyrogallol:

1 a. Mit Chinon-Substanz; Sublimat im Wasser gelöst: negativ.

1 b. Mit Chinon-Benzol; Sublimat in Alkohol gelöst: negativ.

2 a. Mit p-Nitrosodimethylanilin, Natriumacetat; Sublimat in Alkohol gelöst: negativ.

2 b. Mit p-Nitrosodimethylanilin, NaNO_2 10%, verdünnter Essigsäure; Sublimat in Wasser gelöst: negativ.

Phlorogluzin:

1. Mit Bromwasser: negativ.

2. Mit Chinon-Benzol; Sublimat in Alkohol gelöst: negativ.

3 a. Mit p-Nitrosodimethylanilin, Natriumacetat; Sublimat in Alkohol gelöst: negativ.

3 b. Mit p-Nitrosodimethylanilin, NaNO_2 10%; Sublimat in Wasser gelöst: negativ.

4. Mit p-Diazobenzolsulfosäure, KOH , NaCl , verdünnter Essigsäure; Sublimat in Wasser gelöst: negativ.

Alkoholauszug (nicht gereinigt).

Brenzkatechin: negativ.

Resorzin: negativ.

Hydrochinon:

1. Mit Chinon-Benzol: positiv; nach einiger Zeit.
2. Mit p-Nitrosodimethylanilin, Natriumacetat: positiv (1:1000) nach 24 Stunden.

3 a. Mit α -Naphtochinon-Alkohol: negativ.

3 b. Mit α -Naphtochinon-Essigsäure: positiv.

Pyrogallol: negativ.

Phlorogluzin: negativ.

Dann wurde versucht, den Alkoholextrakt nach Zusatz von etwas konzentrierter Salzsäure eine Stunde am Wasserbad zu erhitzen, um die Hydrolyse des Arbutins zu bewirken. Die Hydrochinonreaktionen waren aber daraufhin kaum stärker wie vorher. Daraus könnte geschlossen werden, daß das Arbutin in der Droge bereits größtenteils gespalten vorlag.

Wasserextrakt (nicht gereinigt):

Brenzkatechin: negativ.

Resorzin: negativ.

Hydrochinon:

1. Mit Chinon-Substanz: sehr schwach positiv.

2. Mit p-Nitrosodimethylanilin und NaNO_2 (10%): negativ.

3. Mit α -Naphtochinon: negativ.

4. Mit Ferricyankalilösung: negativ.

Pyrogallol: negativ.

Phlorogluzin: negativ.

Alkoholauszug (gereinigt):

Der schließlich erhaltene Ätherrückstand wurde noch einer Sublimation (zwischen zwei Uhrgläsern) unterworfen. Das Sublimationsprodukt gab die Reaktionen auf:

Brenzkatechin: negativ.

Resorzin: negativ.

Hydrochinon:

1 a. Mit Chinon-Benzol: Sublimat in Alkohol gelöst: positiv; nach Verdunstung der Lösungsmittel kleine, schokoladebraune Kristalle.

1 b. Mit Chinon-Substanz: Sublimat in Wasser gelöst: positiv; nach einiger Zeit in der Nähe der Chinonkristalle kleine, dunkelbraune Kristalle.

2. Mit p-Nitrosodimethylanilin, Natriumacetat; Sublimat in Alkohol gelöst: stark positiv.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß die Reaktionen nach der Reinigung des Alkoholauszuges besser ausfielen wie vorher.

Pyrogallol: negativ.

Phlorogluzin: negativ.

Calluna vulgaris. Oberirdische Teile der Pflanze, frisch.

Alkoholextrakt gereinigt: Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: stark positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Clematis vitalba frisch in siedendes Chloroform eingebracht (Blüten).

Die Reaktion auf sämtliche Phenole verlief negativ.

Coffea arabica.

Grüne Kaffeebohnen wurden stark zerkleinert und im Vakuum sublimiert.

Sublimat: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: schwach positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ. — Das in dem Sublimat in ziemlicher Menge vorhandene Coffein wirkte nicht störend.

Alkoholauszug (nicht gereinigt): Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: schwach positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Alkoholextrakt (gereinigt): Ätherrückstand mit Alkohol kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: schwach positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ. — Die Kristallbildung bzw. die Reaktionsergebnisse waren nach der Reinigung des Alkoholauszuges besser als vorher, obwohl der Ätherrückstand nicht vollkommen rein war.

Colchicum autumnale (Blüten getrocknet).

Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Coleus (anthocyanhaltige Blätter, frisch).

Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon oder Pyrogallol: Reaktionsergebnisse sehr undeutlich: ganz schwache Reaktionsprodukte; Phlorogluzin: negativ.

Convolvulus arvensis (Blüten).

Frisch in siedendes CHCl_3 eingebracht.

Alkoholextrakt gereinigt: Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv; Phlorogluzin: negativ.

Laburnum anagyroides (Rinde frisch, Februar).

Die Reaktion auf sämtliche Phenole verlief negativ.

Physalis alkekengi (getrocknete Früchte; ohne äußere Fruchthülle):

Alkoholextrakt (gereinigt). Ätherrückstand mit 96% Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: schwach positiv; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Nach den angeführten Ergebnissen ist Brenzkatechin höchstens spurenweise vorhanden. Die Reaktionen waren hier besonders undeutlich.

Die äußere Fruchthülle von Früchten der *Physalis alkekengi* wurde gesondert untersucht und ergab die gleichen Resultate wie bei den Früchten selbst.

Pirus communis (Rinde von jungen Zweigen, frisch, Jänner).

Ätherrückstand mit Alkohol kalt aufgenommen. Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: schwach positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Malus domestica (Rinde frisch, Jänner).

Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: schwach positiv; Phloridzin, gibt ein ähnliches Reaktionsprodukt: Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: sehr undeutlich positiv.

Ätherrückstand mit Wasser aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: positiv (dabei dürfte das vorhandene Glykosid Phloridzin am Reaktionsprodukt mitbeteiligt sein); Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: positiv.

Populus nigra (Rinde frisch, Jänner).

Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Prunus persica (Rinde frisch, Jänner).

Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Quercus sessiliflora (Rinde).

Alkoholextrakt gereinigt, trocken; Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv; Phlorogluzin: negativ.

Ribes rubrum (Rinde frisch, März).

Alkoholextrakt gereinigt; Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: schwach positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Robinia pseudoacacia (Rinde frisch, März).

Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon oder Pyrogallol: (Reaktionsergebnisse sehr undeutlich); Phlorogluzin: negativ.

Salix incana (Rinde frisch, März).

Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: Spuren.

Sorbus Hostii (Rinde frisch, Jänner).

Alkoholauszug gereinigt; Ätherrückstand mit Alkohol aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

***Tilia platyphyllos*.**

Blüten (mit Kelch, ohne Stiele und Hochblätter) wurden bei Zimmertemperatur getrocknet, stark zerkleinert und der Sublimation unterworfen.

Sublimat (1. und 2. Fraktion): Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv; Phlorogluzin: negativ.

Alkoholauszug (nicht gereinigt): Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv; Phlorogluzin: negativ.

Frische Blüten in siedendes Chloroform eingebracht:

Alkoholextrakt (nicht gereinigt): Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: positiv.

***Vaccinium myrtillus*.**

Blätter (getrocknet) wurden pulverisiert und der Sublimation unterworfen. Da das Sublimationsprodukt sehr spärlich war, wurde auf eine fraktionierte Sublimation verzichtet. Das Sublimationsprodukt bestand aus winzigen farblosen Tröpfchen.

Sublimat: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: schwach positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Alkoholextrakt (nicht gereinigt): Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Alkoholextrakt (gereinigt); Ätherrückstand mit Alkohol kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Alkoholauszug (nicht gereinigt): Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: schwach positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Alkoholauszug (gereinigt): Ätherrückstand mit Alkohol kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Frische Blätter in siedendes Chloroform eingebracht: Reaktionsergebnisse wie bei getrockneten Blättern. Frische Stiele in siedendes Chloroform eingebracht: Reaktionsergebnisse wie bei getrockneten Stielen.

Vaccinium vitis idea (getrocknete Blätter).

Alkoholextrakt (gereinigt): Ätherrückstand mit Alkohol kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: mit Chinon und p-Nitrosodimethylanilin positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Ätherrückstand mit Wasser kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: sehr schwach positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Auf die Herstellung und Untersuchung eines Wasserextraktes wurde verzichtet, da die Reaktionsergebnisse mit diesem zu undeutlich sind.

Die Untersuchung der in heißes Chloroform eingelegten frischen Blätter ergab die gleichen Resultate wie bei den getrockneten Blättern.

Stiele (getrocknet):

Alkoholauszug (gereinigt): Ätherrückstand mit Alkohol kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Ätherrückstand mit Wasser kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: deutlich positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Die Untersuchung der in siedendes Chloroform frisch eingelegten Stiele ergab die gleichen Resultate wie bei den getrockneten Stielen.

Früchte: in siedendes Chloroform eingelegt. Alkohol-extrakt (gereinigt):

Ätherrückstand mit Alkohol kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: stark positiv; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

Ätherrückstand mit Wasser kalt aufgenommen: Brenzkatechin: negativ; Resorzin: negativ; Hydrochinon: negativ; Pyrogallol: negativ; Phlorogluzin: negativ.

c) Äther

Etwa 2 g trockenes, gepulvertes Pflanzenmaterial wurde mit 30 cm Äther am Rückflußkühler zwei Stunden lang gekocht, dann der Rückstand in einen kleinen Soxhletapparat gebracht und mit dem ersten Ätherextrakt weitere drei Stunden extrahiert. Die ätherische Lösung

wurde dann durch eine Kapillare in fein zerstäubtem Zustand in eine Röhre sprühen gelassen, an deren oberem Ende schwach abgesaugt wurde. Der Äther verdampfte so im Moment völlig und ließ eine syrupöse Masse als Extraktionsrückstand zurück. Die Verdampfung wurde bei Zimmertemperatur durchgeführt, wobei sich an der Röhre außen eine Eisschicht ansetzte. Die Temperatur war also so nieder, daß ein Sublimieren der Phenole nicht zu befürchten war (vgl. dazu S. 231 oben). Der syrupöse Rückstand wurde nun mit etwa 2 ccm Wasser bei 50° vermennt und gut geschüttelt, dann in Kohlensäureschnee eingefroren und nach langsamem Auftauen mit Hilfe eines Mikrofiltrierapparates filtriert. Die Lösung wurde nun noch mit etwas Hauptpulver versetzt, um etwa vorhandene Gerbstoffe, die, wie festgestellt wurde, ja die Phenolreaktionen stören (vgl. dazu S. 231 unten, 232), wieder gut durchgeschüttelt und nochmals filtriert. Von dieser restlichen Lösung wurden dann je etwa zwei Tropfen zu den Reaktionen verwendet. Daß durch die Verwendung von Hauptpulver die Gerbstoffe in nicht allzu hohen Konzentrationen tatsächlich aus der Lösung soweit entfernt werden können, daß keine Störungen mehr zu befürchten sind, hat sich aus Kontrollversuchen, bei denen mit sechs natürlichen und acht künstlichen Gerbstoffen in verdünnten Lösungen die Mikroreaktionen ausgeführt wurden, ergeben.

Freie Phenole

Um die Frage entscheiden zu können, ob in der Pflanze neben den in vielen Stoffen „eingebauten“ bzw. gebundenen Phenolen auch **freie Phenole** vorkommen, ist es nötig, einen Aufarbeitungsgang zu benützen, der eine Abspaltung von Phenolen aus anderen Körpern völlig vermeidet. Es muß das betreffende Material also in frischem Zustand möglichst schnell abgetötet werden und eine etwa mögliche fermentative Spaltung verhindert werden. Ferner muß der weitere Extraktions- und Aufarbeitungsgang so schonend wie möglich gehandhabt werden, so daß auch eine chemische Abspaltung ausgeschlossen erscheint. Es werden also besonders höhere Temperaturen vermieden werden müssen.

Diesen Forderungen entsprechend wurde als Aufarbeitungsgang für das frische Material die unter c) beschriebene Ätherextraktion gewählt, da sie Temperaturen über 50° C vermeidet und in der ätherischen Lösung weder eine chemische noch eine fermentative Aufspaltung phenolhaltiger Stoffe zu erwarten ist. Allerdings sind die Ergebnisse der Mikroreaktionen bei der Ätherextraktion nicht sehr schön. Man kann in den meisten Fällen nur feststellen, daß eine Reaktion positiv oder negativ ausgefallen ist,

man kann jedoch nicht immer sagen, welches Phenol den positiven Ausfall der Reaktion bedingt hat. Da aber aus den Pflanzen ja die Art der Phenole auf andere Art bestimmt werden kann (vgl. die Resultate der Alkoholextraktionsmethode), kann man wohl diesen Nachteil der Ätherextraktion für ihren Vorteil der Vermeidung einer Abspaltung in Kauf nehmen.

Bevor jedoch die Ätherextraktion vorgenommen werden kann, muß das frische Material, wie oben schon erwähnt, möglichst schnell getötet werden. In einigen, bereits oben (S. 234 und 240) mitgeteilten Versuchen bedienten wir uns dazu der von BRUNSWICK (Österr. Bot. Zeitschr., 72. Bd., 1923, S. 58) angegebenen Chloroformmethode, die jede enzymatische glykosidspaltende Tätigkeit im Moment unterbindet. Die exakte Wirksamkeit der Methode hat sich an den labilen Blausäureglykosiden erwiesen. Später verwendeten wir folgendes Verfahren: Das frische, direkt von der lebenden Pflanze entnommene Material wurde grob zerteilt, sofort in flüssigen Stickstoff gebracht und darin etwa eine halbe Stunde belassen. Dann wurde es in noch gefrorenem Zustand in einen Vakuum-Schwefelsäureexsikkator gebracht und dort etwa 24 Stunden lang belassen. Das so getötete und getrocknete Material wurde dann zur Ätherextraktion verwendet.

Einige Kontrollversuche mit zugefügten Phenolen verliefen befriedigend. Im Verlauf einer großen Zahl von Versuchen wurden einige Details des Aufarbeitungsganges mehrfach variiert, jedoch konnte eine Verbesserung des Ausfalls der Reaktionen nicht erzielt werden. Eine weitere Reinigung der Extrakte wurde unterlassen, da eine Abspaltung von Phenolen möglich gewesen wäre.

Die eben erwähnten Kontrollversuche haben bereits gezeigt, daß der Pflanzenextrakt das Resultat der Reaktionen so stören kann, daß selten alle Reaktionen, die positiv ausfallen müßten, auch positiv sind. Immer ist nur ein bestimmter Prozentsatz der Reaktionen positiv. So wurde z. B. zu *Salix*-Holz Pyrogallol, Brenzkatechin und Hydrochinon zugegeben, wobei von 20 positiv sein sollenden Reaktionen nur 16 positiv ausfielen, bei Variation des Extraktionsvorganges nur noch 14, bei einer anderen Variation nur noch 12. Die positiven Reaktionen sind aber schön und deutlich genug um die Anwesenheit eines Phenols daraus erkennen zu können.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse unserer Versuche zusammengestellt. Jede der genannten Pflanzen wurde mehreremale auf ihren Phenolgehalt untersucht, und zwar wurde parallel zu dem in Stickstoff abgetöteten Material auch das frische oder an der Luft getrocknete Material derselben Pflanze auf Phenol geprüft. Die Resultate dieser Kontrollversuche sind in einer eigenen Rubrik angegeben.

Ergebnisse:

Pflanze	Organ	Stickstoff-behandeltes Material:								Getrocknetes Material:							
		Reaktion ¹ Nr.								Reaktion ¹ Nr.							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Acer dasycarpum</i>	Rinde	+	+	0	0	+	+	+	0								
	Holz	+	+	+	0	+	0	+	0								
„ <i>negundo</i>	Rinde	+	+	+	(+)	+	+	0	0								
	Holz	+	+	+	(+)	0	0	+	0								
„ <i>platanoides</i>	Rinde	+	+	+	0	0	0	0	0								
	Holz	+	0	+	0	0	0	0	0								
	Knospe	0	+	+	(+)	+	+	+	0								
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Rinde	+	+	+	0	+	+	+	0								
	Rinde	+	+	+	0	+	+	+	(+)	+	+	+	(+)	+	+	+	+
	Holz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	+	0	+
	Holz	0	0	+	0	0	0	0	0								
	Knospe	0	0	0	0	0	0	0	0								
	Knospe	0	+	+	0	+	+	+	(+)								
	Blätter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Andromeda paniculata</i>	Ast	+	+	+	(+)	+	0	+	0								
	Blätter	+	+	+	0	0	0	0	0								
<i>Arbutus unedo</i>	Ast	+	+	+	0	0	0	0	0								
	Blätter	0	+	0	(+)	+	+	+	(+)								
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Ast	+	+	0	(+)	+	+	(+)	0								
	Blätter	+	+	+	(+)	+	0	(+)	0								
<i>Azalea indica</i>	Ast	+	+	+	(+)	0	+	+	0								
	Blätter	+	+	+	0	0	0	0	0								
<i>Calluna vulgaris</i>	Ast	+	+	+	(+)	0	+	+	0								
	Holz	+	+	+	0	+	+	+	0								
<i>Erica carnea</i>	Ast	+	+	+	+	0	0	+	0								
	Blätter	0	0	+	(+)	0	0	0	0								
<i>Ledum palustre</i>	Rinde	+	+	0	(+)	0	+	+	0								
	Blätter	+	0	+	0	0	0	+	0								
<i>Pirus communis</i>	Rinde	+	0	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0
	Rinde	+	+	+	+	+	+	(+)	0								
	Holz	+	0	+	+	0	0	0	+								
	Holz	0	+	+	0	0	+	+	0	+	+	+	+	0	0	+	0
	Knospe	+	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0
<i>Platanus orientalis</i>	Rinde	+	0	+	(+)	+	+	+	(+)								
	Holz	+	0	+	(+)	0	0	+	0								

¹ Zur Erklärung der Nummern vgl. Tabelle I.

Pflanze	Organ	Stickstoff-behandeltes Material:								Getrocknetes Material:							
		Reaktion ¹ Nr.								Reaktion ¹ Nr.							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Populus nigra</i>	Rinde	+	0	+	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	0	(+)
	Rinde	+	+	+	0	0	0	0	0	+	+	+	+	+	0	0	0
	Holz	0	0	0	0	0	0	0	0	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
	Holz	+	+	0(+)	0	0	0	0	0	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>0</u>
	Knospe	+	0	+	0	0	0	0	0	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<i>Prunus avium</i>	Blätter	+	+	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	0	0
	Rinde	+	0	+	+	0	0	0	+								
<i>Rhododendron</i> (Gartenhy- bride)	Blätter	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>								
	Rinde	+	+	+	0	+	0	0	0								
	Holz	+	+	0(+)	+	0	0	0(+)									
<i>Salix baby- lonica</i>	Blätter	+	+	+	(+)	0	+	0	(+)								
	Rinde	0	0	+	0	0	0	0	0	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
	Holz	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>0</u>
	Knospe	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<i>Vaccinium</i> <i>Oxycoccus</i>	Blätter	+	0	0	+	0	0	0	0	<u>+</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>+</u>	<u>0</u>
	Stengel	+	+	0(+)	+	+	0	0									
<i>Vitis vinifera</i>	Blätter (Herbst)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(+)	0	0	0	0

Die in der Tabelle mit den Zahlen I bis VIII bezeichneten Reaktionen waren die im methodischen Teil in Tabelle I angegebenen, und zwar wurden die drei Reaktionen mit Chinon (in verschiedener Ausführung) mit I, II und III bezeichnet, die Naphtochinonreaktion mit IV, die drei Ausführungsarten der Reaktion mit p-Nitrosodimethylanilin mit V, VI und VII, und die p-Diazobenzolsulfosäurereaktion mit VIII. + bedeutet positiven Ausfall der Reaktion, (+) uncharakteristischen, und 0 negativen Ausfall. Um mit Sicherheit sagen zu können, daß ein Phenol vorhanden ist, ist es nötig, daß mehr als eine der Gruppen 1 bis 3, 4, 5 bis 7 und 8 positiv ist. Die Chinonreaktion allein beweist noch nicht das Vorhandensein des Phenols, da besonders diese Reaktion sehr vielen Fehlerquellen unterworfen ist, wie ja schon betont wurde. Bei der Beurteilung der Versuche wurden also nur jene Versuche als positiv gewertet, bei denen außer der Chinonreaktion auch die Naphtochinon- oder die Nitrosodimethylanilinreaktion positiv war. Die Serien mit positivem Resultat sind in der Tabelle unterstrichen.

Demnach läßt sich auf das Vorhandensein freier Phenole schließen: in der Rinde von *Acer dasycarpum*, *A. negundo*, *Aesculus hippo-*

¹ Zur Erklärung der Nummern vgl. Tabelle I.

*castanum*¹, *Andromeda*, *Arctostaphylos*, *Azalea*, *Ledum palustre*, *Pirus communis*, *Platanus orientalis*, *Prunus avium*, *Rhododendron*, *Vaccinium oxycoccos*;

im Holz von *Acer dasycarpum*, *A. negundo*, *Calluna*, *Pirus communis*, *Platanus orientalis*, *Rhododendron*, *Salix*;

in den Knospen von *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum*¹;

in den Blättern von *Arbutus*, *Arctostaphylos uva-ursi* und *Rhododendron*,

ferner in *Erica* (Ast).

Unter Berücksichtigung der Kontrollversuche ergibt sich, daß in dem nicht mit Stickstoff vorbehandelten und einfach getrockneten Material immer etwas mehr Phenol vorhanden ist als in dem vorbehandelten, bzw. daß die Reaktionen dort mehr positive Ergebnisse bringen als hier. Als Beispiel vergleiche man z. B. *Populus* Rinde, *Salix* Rinde und Blätter, *Aesculus* Holz.

Eine gesetzmäßige Verteilung des freien Phenols in der Pflanze läßt sich aus den oben gegebenen wenigen Untersuchungen nicht feststellen. Soweit man die hier verwendeten Mikroreaktionen zu einer annähernd mengenmäßigen Schätzung der Phenole heranziehen darf, läßt sich sagen, daß immer dort im Aufarbeitungsgang für freie Phenole ein positives Ergebnis erhalten wird, wo im normalen Aufarbeitungsgang oder aber mit anderen Methoden relativ große Mengen an Gesamtphenol gefunden werden. So ist in der Rinde von *Aesculus hippocastanum*, in der sich mit Hilfe einer eindeutigen Mikroreaktion** ein Phenol nachweisen läßt (die aber eine Unterscheidung von freiem und gebundenem Phenol nicht zuläßt), auch bei Aufarbeitung auf freies Phenol ein schönes positives Resultat zu erhalten.

Zusammenfassung

Es wurden eine Reihe von Kristallreaktionen auf die Phenole Brenzkatechin, Resorzin, Hydrochinon, Pyrogallol und Phlorogluzin auf ihre mikrochemische Brauchbarkeit geprüft und mit Hilfe dieser Reaktionen in pflanzlichen Extrakten Phenole nachgewiesen.

Besonderes Gewicht wurde dabei auf den Nachweis freier Phenole gelegt und eine Methode ausgearbeitet, die bei möglichst schonender Aufarbeitung des Pflanzenmaterials Phenole nachzuweisen gestattet. Es wurde zu diesem Zweck das frische Material in flüssigem Stickstoff abgetötet und in noch gefrorenem Zustand in einen Exsikkator gebracht und getrocknet, um eine fermentative Spaltung phenolhaltiger Körper zu verhindern.

* Das phenolische Glykosid Äsculin kommt als Fehlerquelle nicht in Betracht. Es gibt mit allen hier verwendeten Reaktionen negative Resultate.

** Wird in einer späteren Mitteilung beschrieben.

Mit Hilfe dieser Methode konnten in einer Reihe von Pflanzen freie Phenole nachgewiesen werden.

Literatur

- ¹ **Böttlinger C.:** Chem. Ztg., **19**, 23, 1895.
- ² **Czapek F.:** Biochemie der Pflanze, Bd. III, S. 448ff., 3. Aufl. 1925.
- ³ **Elsner B.:** Monatsh. f. Chem. **40**, 361, 1919.
- ⁴ **Fischer R. und E. Linser:** Arch. d. Pharm., **268**, 185, 1930.
- ⁵ **Joachimowitz M.:** Biochem. Zeitschr. **82**, 324, 1917.
- ⁶ **Molisch H.:** Mikrochemie der Pflanze, S. 145, Jena 1922.
- ⁷ **Trier G.:** Chemie der Pflanzenstoffe. S. 172 bis 176, 1924.
- ⁸ **Waage Th.:** Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., **8**, 250, 1890.



Abb. 1. Brenzkatechin, 1%, Reaktion mit Chinon und etwas Essigsäure (III in Tabelle I). Vergr. 146 fach.



Abb. 2. Brenzkatechin, 1%, Reaktion mit einer gesättigten Lösung von Chinon in Benzol (II in Tabelle I). Vergr. 105 fach.



Abb. 3. Hydrochinon, 1%, Reaktion mit einer gesättigten Lösung von Chinon in Benzol (II in Tabelle I). Vergr. 64 fach.

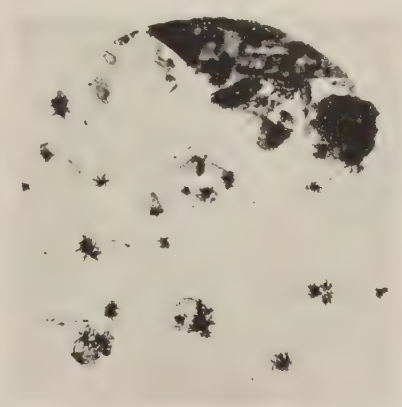


Abb. 4. Resorzin, 1%, Reaktion mit Chinon und etwas Essigsäure (III in Tabelle I). Vergr. 24 fach.



Abb. 5. Phloroglucin, 1%, Reaktion mit Chinon und etwas Essigsäure (III in Tabelle I). Vergr. 60 fach.



Abb. 6. Pyrogallol, 1%, Reaktion mit Chinon und etwas Essigsäure (III in Tabelle I). Vergr. 66 fach.



Abb. 7. Hydrochinon, 1%, Reaktion mit α -Naphthochinon (IV in Tabelle I). Vergr. 60 fach.

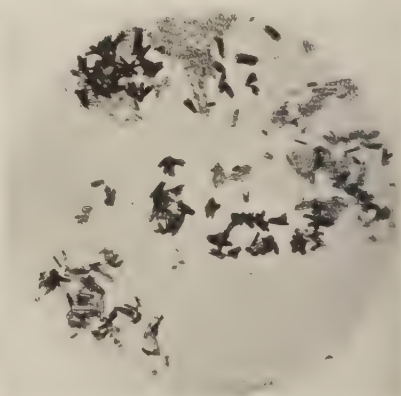


Abb. 8. Brenzkatechin, 1%, Reaktion mit gesättigter alkoholischer Lösung von p-Nitrosodimethylanilin (VI in Tabelle I). Vergr. 60 fach.



Abb. 9. Resorzin, 1%, Reaktion mit gesättigter alkoholischer Lösung von p-Nitrosodimethylanilin und etwas Natriumacetat (V in Tabelle I). Vergrößerung 156 fach.



Abb. 10. Resorzin, 1%, Reaktion mit gesättigter alkoholischer Lösung von p-Nitrosodimethylanilin mit etwas Essigsäure und Kaliumnitrit (VII in Tabelle I). Vergr. 60 fach.

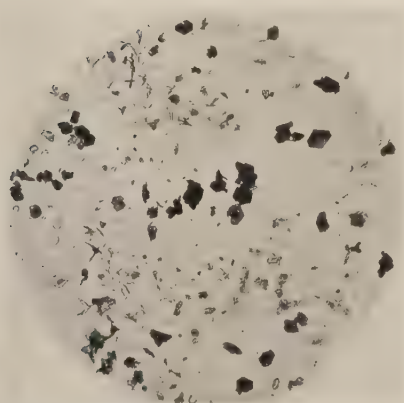


Abb. 11. Phlorogluzin, 1%, Reaktion mit gesättigter alkoholischer Lösung von p-Nitrosodimethylanilin (VI in Tabelle I). Vergr. 60 fach.



Abb. 12. Orzin, 0,5%, Reaktion mit Diazobenzolsulfosäure (VIII in Tabelle I). Vergr. 54 fach.

Einige interessante Blätter- und Blütenabnormitäten an *Adoxa Moschatellina* L.

Von

Jan Otakar Martinovský (Příbram)

(Mit 2 Textabbildungen)

Fast alle Autoren, die sich mit *Adoxa Moschatellina* beschäftigt haben, beschreiben gewöhnlich nur die Blütenabnormitäten, welche sie zur Erklärung der rätselhaften Verhältnisse in dem Diagramme dieser Art benützen. Mir scheint es aber zu diesem Zwecke nicht unnützlich zu sein, den Gesamtbau der Pflanze zu studieren, wenigstens den ganzen oberirdischen Teil. Das Resultat meiner Studien, die ich an einem reichen Material von verschiedenen Lokalitäten vornahm, will ich hier kurz wiedergeben.

Der Gesamtbau eines normalen Exemplares

Aus einem Wurzelstocke, der an seinem Ende mit kurzen, kegelförmig zusammenschließenden Schuppen bedeckt ist, ragt bei *Adoxa Moschatellina* ein oberirdischer Stengel als eine Seitenachse hervor. Außer den erwähnten schuppenartigen Blättern trägt die Pflanze noch drei Laubblätter, von denen eines an der Basis des oberirdischen Stengels steht (es ist sein Tragblatt), die zwei anderen gegenständig an der oberen Hälfte des Stengels sitzen. Die Laubblätter sind gewöhnlich zweimal in drei Lappen geteilt, das Basalblatt dabei etwas reicher gegliedert und mit längerem Stiele versehen als die zwei stengelständigen. An seinem Ende trägt der Stengel eine Infloreszenz, die aus sieben oder häufiger nur aus fünf Blüten besteht, welche in zwei (bzw. bei 7 Blüten in drei) alternierende Paare angeordnet sind, während die letzte ungleiche Blüte an der Spitze des Stengels steht (Terminalblüte).

Abweichungen von dem normalen Typus

I. Blätterabweichungen

An den schuppenartigen Blättern, sowie an dem basalen Laubblatte habe ich keine Abweichungen beobachtet. Zu demselben Schluß kam auch STURM²⁹. Dagegen kommen sie an den zwei gegenständigen Laubblättern nicht selten vor. Die Abweichungen sind da von zweierlei Art. Die eine betrifft den Bau der Blätter und wir können sie besser Abnormitäten nennen, die anderen beziehen sich auf die Blattstellung.

a) Die Blätterabnormitäten*

Die Blattspaltung: An einigen Fundorten kommen häufig Pflanzen vor, deren stengelständige Blätter gespalten sind. Man kann dabei alle Übergänge finden von solchen, wo die Spaltung nur angedeutet ist, bis zu solchen, wo zwei durch Spaltung entstandene Blätter nebeneinander stehen. Die Spaltung bezieht sich meistens auf beide Blätter, so daß, wo sie vollkommen ist, anstatt zweier gegenständigen Blätter vier in einem Quirl stehen. Häufiger als der vierblättrige Quirl tritt ein dreiblättriger auf, der dadurch entsteht, daß die Spaltung eines Blattes nur angedeutet ist oder ganz fehlt, dagegen das zweite Blatt bis zur Basis seines Stieles gespalten ist. In diesem Falle kommt es nicht selten vor, daß auch die obenstehende Infloreszenz dasselbe wiederholt, nämlich, daß anstatt zweier gegenständigen Blüten, drei in einem Quirl stehen. (Zwei verschiedene Stufen der Blattspaltung, s. Abb. 1, Fig. 1 bis 2.)

Die Blätterverwachsung: Es ist merkwürdig, daß wir an denselben Blättern neben der Spaltung eine zweite und gerade entgegengesetzte Erscheinung beobachten können — die Blätterverwachsung. Die zwei gegenständigen Blätter verwachsen mit den basalen Teilen ihrer Stiele. Einmal fand ich ja auch den Fall, welcher in Abb. 1, Fig. 3, abgebildet ist, wo die Blätter miteinander zu verwachsen begonnen haben und gleichzeitig an beiden die erste Stufe der Spaltung auftritt.

b) Die Stellungsabweichungen der Blätter

Bisweilen beobachten wir, daß die zwei Stengelblätter nicht gegenständig sind, sondern jedes in verschiedener Höhe am Stengel steht, dabei stehen aber beide wie vorher in derselben Medianebene. Das niedriger stehende Blatt ist dabei immer größer, besser entwickelt und mehr gegliedert als das höher stehende, das manchmal schuppenartig wird. Diese Regel ist, wie wir später sehen werden, sehr wichtig. (Fig. 4, Abb. 1 veranschaulicht die zwei in verschiedenen Höhen stehenden Stengelblätter. Das Blatt L_1 ist ein normales Laubblatt, das Blatt L_2 ist schuppenartig.)

c) Die Abweichungen in der Zahl der Blätter

Manchmal finden wir auch solche Exemplare, an denen anstatt eines Blattpaares zwei alternierende Blattpaare ausgebildet sind, ein tieferes und ein höheres**. Dabei sind die Blätter nach der früher angeführten Regel in dem tiefer stehenden Blattpaare bedeutend größer und mehr gegliedert als diejenigen in dem höheren Blattpaare. Auch bei dem höheren Blattpaare können sich dabei die früher besprochenen Erscheinungen der

* Einige von diesen Abnormitäten waren schon STURM bekannt (a. a. O.).

** LAGERBERG (Lit. 17) fand auch eine solche Abnormität. Im Laufe meiner Beobachtungen machte ich sehr viele solche Funde.



Abb. 1. *Adoxa Moschatellina*. — Fig. 1. Gespaltenes Blatt. — Fig. 2. Gespaltenes Blatt. — Fig. 3. Verwachsene Blätter. — Fig. 4. Oberirdischer Teil einer Pflanze. — Fig. 5. Oberirdischer Teil einer Pflanze. — Fig. 7. Der obere Teil einer Pflanze. — Fig. 9. Oberirdischer Teil einer Pflanze. — Fig. 10. Der obere Teil einer Pflanze. — Fig. 11. Die Blüte 1 von dem Exemplar Fig. 10. — Fig. 12. Die Blüte 2 von dem Exemplar Fig. 10. — Fig. 13. Die Blüte 3 von dem Exemplar Fig. 10. — Fig. 16. Oberirdischer Teil einer Pflanze.

Blattsplaltung und der Blätterverwachsung wiederholen. Wenn dann die Blätter des neuen höheren Paares in verschiedenen Höhen stehen, so ist wieder das tiefer stehende größer, besser entwickelt als das höher stehende.

(In Fig. 5, Abb. 1 sehen wir ein Exemplar mit zwei Blattpaaren: P_1 und P_2 . Die Blätter des Paares P_2 stehen in verschiedenen Höhen. Das höherstehende Blatt L_4 ist schuppenartig.)

Die Beziehung der Blätter zum nächststehenden Blütenpaare

1. Es ist nur ein Blattpaar vorhanden. Wenn wir in Fig. 6, Abb. 2 (welche uns das Diagramm der Pflanze von den gegenständigen Blättern ab beginnend veranschaulicht) eine Ebene durch die zwei gegenständigen Blätter L_1 und L_2 legen (M), so sehen wir, daß dieselbe gerade senkrecht an die zweite Ebene steht, die wir durch die Blüte des ersten Blütenpaares (B_1 B_2) legen (T). Daraus folgt, daß die Blätter keine nähere Beziehung zu den Blüten haben. Es sind also nicht vielleicht ihre Tragblätter. Die Stengelblätter tragen also regelmäßig keine Achselblüten*.

Etwas ganz anderes aber kommt dann vor, wenn die Stengelblätter hoch zu der Infloreszenz verschoben sind. In diesem Falle entwickeln sich dann regelmäßig auch in ihren Achseln Blüten. Wir können daraus eine zweite Regel ableiten: Je höher ein Blatt am Stengel steht, desto eher kann sich in seiner Achsel eine Blüte entwickeln. (In Fig. 7, Abb. 1 sehen wir zwei Stengelblätter L_1 L_2 , die hoch am Stengel in die Nähe der Infloreszenz verschoben sind. L_1 ist gespalten. Jedes von ihnen trägt eine Blüte — B_1 B_2 . Die Blüte B_2 steht etwas höher über der Blattachsel, die Blüte B_1 steht gerade in der Blattachsel. Die Blüte B_2 ist vollkommen entwickelt, die Blüte B_1 ist $\pm$ rudimentär. Das Diagramm des Ganzen ist in Fig. 8, Abb. 2, abgebildet. Fig. 20, Abb. 2, ist ein Diagramm der Blüte B_1 , Fig. 21, Abb. 2, der Blüte B_2 .)

2. Es sind zwei Blattpaare vorhanden. Das höhere Blattpaar steht immer unter dem nächststehenden Blütenpaare, die Blätter sind da also Tragblätter dieser Blüten. Dabei ist aber auch die oben angeführte Regel verwirklicht. So z. B. in Fig. 5, Abb. 1 das niedriger stehende Blatt L_3 trägt keine Achselblüte, das höher stehende schuppenartige L_4 trägt eine normale Blüte.

Von den Exemplaren der Figuren 7 und 5 und aus vielen anderen ähnlichen Fällen, welche ich da nicht mehr anführen will, können wir endlich eine dritte Regel ableiten: Je niedriger an der Achsel die Blüten entwickelt sind, desto kleiner und unvollkommener sind dieselben.

* Nur einmal habe ich eine solche Pflanze gefunden, wo hinter diesen zwei gegenständigen Blättern eine Achse mit wohlentwickelter Infloreszenz stand. STURM (a. a. O.) sind mehrere solche Abnormitäten bekannt; eine hat er in seiner Arbeit abgebildet.

Alle diese drei Regeln können wir in ein Korrelationsgesetz vereinigen. Je vollkommener die Blüten entwickelt sind, desto unvollkommener sind ihre Tragblätter und umgekehrt.

II. Blütenabweichungen

Die Infloreszenz

Die Infloreszenz besteht aus 4 oder 6 Seitenblüten, die in 2 oder 3 alternierenden Blütenpaaren stehen und aus einer Terminalblüte. Jede Seitenblüte hat einen dreiblättrigen Kelch, eine fünfzählige sympetale Krone, fünf gespaltene Staubgefäße und einen fünffächerigen, aus fünf Fruchtblättern bestehenden Fruchtknoten (siehe Diagramm 14, Abb. 2). Die Terminalblüte besteht aus zwei Kelchblättern, vier Petalen, vier Staubgefäßen und einem vierfächerigen Fruchtknoten. (Diagramm 15, Abb. 2.)

Die Blütenabnormitäten

Blütenabnormitäten sind sehr häufig. Fast alle Autoren, die sich mit *Adoxa* beschäftigen, haben sie beschrieben. Einige von ihnen will ich in den nächsten Kapiteln anführen.

Morphologische Erwägungen über die Blütendiagramme von *Adoxa Moschatellina*

Vergleichend-morphologisch sind der Kelch, die Staubgefäße und die mit den Staubgefäßen alternierenden Drüsen interessant.

Staubgefäße kommen scheinbar in den Seitenblüten zehn, in der Terminalblüte acht vor; dabei sind sie aber monotheisch. Alle Autoren stimmen darin überein, daß es sich da um fünf bzw. vier gespaltene Staubgefäße handelt. SCHENK²⁷ und STURM (a. a. O.) fanden zwischen den gespaltenen Staubgefäßen kleine Blättchen, welche SCHENK als wertlose Mißbildungen, dagegen STURM nach sorgfältigen Untersuchungen als Reste des epipetalen Staminalkreises erklärte.

Für einen zweiten, epipetalen Staminalkreis hatte auch NOVÁK²² die von ihm entdeckten Drüsen gehalten, die gleichfalls zwischen den Staubgefäßen liegen. Er meinte auch Gefäßbündel gefunden zu haben, die zu ihnen leiten. Dagegen konnte LAGERBERG¹⁷ NOVÁKS Beobachtungen nicht bestätigen. Nach ihm und EICHINGER⁸ handelt es sich da um keine Staminodien, sondern um bloße Emergenzen. Dazu will ich nur das bemerken, daß die Anatomie für die morphologische Dignität der Pflanzenorgane nicht maßgebend sein kann. Was für eine Beziehung zwischen diesen Drüsen und den von SCHENK und STURM entdeckten Blättchen besteht, davon sagt STURM nichts.

Strittig ist bisher trotz der umfangreichen darüber handelnden Literatur die morphologische Dignität der Kelchblätter. Einige ältere

Autoren (WYDLER³³ bis ³⁵, BRAUN³, ENGLER¹⁰, EICHLER⁹) halten sie für einen echten Kelch: von den neueren Autoren sind derselben Ansicht LAGERBERG, EICHINGER und STURM. Die anderen (besonders DRUDE^{6 7}, NOVÁK (l. c.), GILTAY¹³, FRITSCH¹¹, erklären sie als ein Involucrum, welches durch das Verwachsen eines Tragblattes und der zwei Vorblätter (α, β) entstanden ist.

Die Gründe, auf denen die erste Ansicht basiert, sind zwei:

1. *Adoxa Moschatellina* wird in die Familie, oder wenigstens in die Nähe der Familie der Caprifoliaceen gestellt, wo immer zwei Kreise von Blütenhüllblättern vorkommen.

2. BRAUN beobachtete Blüten, die außer diesen drei Kelchblättern noch rudimentäre Tragblätter und zwei Vorblätter hatten, wobei sogar die Vorblätter in ihren Achseln neue Blüten trugen. Ähnliche Fälle hat auch WYDLER (a. a. O.) beschrieben.

BRAUNS Beobachtungen sind sehr wichtig. Dagegen ist das sub I angeführte Moment nicht entscheidend, denn wie NOVÁK richtig bemerkt, läßt sich aus der systematischen Stellung nichts für die Morphologie schöpfen.

Die Schwierigkeiten dieser Ansicht sind folgende:

1. Das erste Kelchblatt fällt im Diagramme nach vorn, eine Stellung, die im Diagramme der Caprifoliaceen nur ausnahmsweise, wie EICHLER anführt, bei *Viburnum Ebulus*, sonst niemals vorkommt.

2. Die Zahl der Kelchblätter entspricht nicht der Zahl der Kronenblätter.

3. Zwei von den Kelchblättern sind kleiner als das dritte.

Alle diese Schwierigkeiten fallen weg, wenn wir die zweite Ansicht annehmen. Die drei Involucralblätter entsprechen nach ihrer Zahl, Stellung und Größe ganz gut einem Tragblatte und den Vorblättern α, β . Wobei das größere nach vorn gewandte Blatt dem Tragblatte entspricht, die zwei kleineren einander genäherten den Vorblättern.

Die einzige Schwierigkeit dieser Ansicht sind eigentlich nur die von BRAUN beobachteten Abnormitäten. EICHLER, der eigentliche Gründer der zweiten Ansicht, verließ sie später auf Grund dieser von BRAUN entdeckten Blütenabnormitäten. DRUDE, NOVÁK u. a. bezweifeln die Richtigkeit der BRAUNschen Beobachtungen, besonders deshalb, weil sie vereinzelt sind und niemals später gefunden worden sind.

Jahrelang bemühte ich mich, die von BRAUN entdeckten Abnormitäten oder vielleicht ähnliche wiederzufinden. Und ich kann heute die Richtigkeit der BRAUNschen Beobachtungen nur bestätigen. Von den neueren Autoren haben solche Abnormitäten auch STURM und GILTAY gefunden.

Es handelt sich um die Blütenabnormitäten, bei denen außer dem Kelche noch Tragblätter vorhanden sind. Die Vorblätter (α, β) habe ich

niemals gefunden, dagegen fand ich mehrere Abnormitäten mit einem gut entwickelten Tragblatte.

Die Blüte A_1 des in Fig. 7, Abb. 1, abgebildeten Exemplars hat ihr Tragblatt in dem zerspaltenen Blatte L_1 . Das Diagramm dieser Blüte (Fig. 20, Abb. 2) zeigt einige wichtige Verhältnisse. Der Kelch ist da in Zweizahl vorhanden, die Krone ist vierblättrig, also wie bei einer Terminalblüte. Diese Abnormität spricht scheinbar für die zweite Ansicht, nämlich so, daß da ein Involucralblatt in der Form eines Laubblattes entwickelt ist, die zwei übrigen haben aber ihre ursprüngliche Form. Das wäre aber eine ganz unrichtige Interpretation dieser Abnormität. Zuerst spricht gegen diese Auffassung die Stellung der Kelchblätter X, Y, die dabei in einer Transversalebene stehen müßten, wie die Vorblätter α , β normal stehen, nicht in der Mediane, wie es der Fall ist. Zweitens steht das Kelchblatt X gerade über dem Tragblatt L_1 . Diese Stellung können wir erst dann begreifen, wenn wir das Diagramm um die echten Vorblätter ergänzen (auf unserem Diagramme sind sie punktiert). Dann bekommen wir dasselbe, was BRAUN und STURM wirklich in der Natur gefunden haben.

Ein sehr ähnliches Beispiel stellt uns die Blüte B_2 hinter dem Blatte L_2 desselben Exemplares Fig. 7, Abb. 2, das durch das Diagramm Fig. 21, Abb. 2, veranschaulicht ist. Diese Abnormität gleicht der vorigen, nur das Tragblatt ist da nicht zerspalten. Auch da müssen wir das Diagramm um die Vorblätter α , β ergänzen.

Ein drittes Beispiel ist endlich durch Fig. 9, Abb. 1, veranschaulicht. Hinter dem zerspaltenen Tragblatte L_3 sitzt die Blüte B_1 . Wie uns die Ansicht von unten (Fig. 17, Abb. 2) zeigt, sind da drei Kelchblätter vorhanden, von denen zwei einander sehr genährt sind und wahrscheinlich auch durch Spaltung eines einzigen entstanden sind. Das Diagramm dieser Blüte ist in Fig. 18, Abb. 2, abgebildet. Aus dem Diagramme geht hervor, daß die Spaltung des Tragblattes L_3 auf das darüberstehende Kelchblatt fortschreitet. Die übrigen Blütenteile sind in Fünzfahl vorhanden.

Wenn wir die Diagramme dieser drei abnormen Blüten vergleichen, sehen wir, daß es sich da um einen Übergang von einem dimeren Kelch und einer tetrameren Krone in einen trimeren Kelchkreis und einen pentameren Kronkreis handelt. Dieser Übergang verwirklicht sich durch die Spaltung eines über dem Tragblatte stehenden Kelchblättchens und eines Kronenblättchens. Diese Erkenntnis ist für unsere weiteren Erwägungen sehr wichtig.

Eine sehr lehrreiche Abnormität habe ich im Vorjahre im Laubwalde bei Kremsier gefunden. Eine Federzeichnung davon ist Fig. 10, Abb. 1. Bei diesem gut entwickelten Exemplar bestand die Infloreszenz aus 4 Seitenblüten (1 bis 4) und einer Terminalblüte. Zwei Seitenblüten des

ersten Paares (1, 2) hatten wohl entwickelte Tragblätter (siehe Fig. 12, Abb. 1). Eine Blüte vom zweiten Paare (3) hatte ihr Tragblatt nur in Form einer Schuppe ausgebildet (Fig. 13, Abb. 1), die zweite Blüte desselben Paares (4) war tragblattlos.

Das Diagramm der ersten drei Blüten mit Tragblättern ist einheitlich und wird durch Fig. 22, Abb. 2 veranschaulicht. Die tragblattlose Seitenblüte hat ein normales Diagramm der Seitenblüten (Fig. 14, Abb. 2). Das Diagramm der Terminalblüte ist auch normal (Fig. 15, Abb. 2).

Was können wir also aus dieser Abnormität für die Blütenmorphologie der *Adoxa* schließen?

Zuerst sehen wir, daß die sogenannten Involukrallblätter ein echter Kelch sind, wofür sie WYDLER richtig erklärt hat. Zweitens, zeigt uns diese Abnormität den Weg zur Beseitigung einer Schwierigkeit der Ansicht, die wir oben sub 1 angeführt haben, daß das erste Kelchblatt im Diagramme nach vorn fällt, was im Diagramme der Caprifoliaceen nur ausnahmsweise vorkommt. Aus dem Vergleich des Diagrammes einer normalen tragblattlosen Blüte (Fig. 14, Abb. 2) mit dem Diagramme Fig. 22, Abb. 2, geht hervor, daß die Stellung der Kelchblätter bei den sogenannten normalen Blüten sekundär ist und nur dort vorkommt, wo kein Tragblatt entwickelt ist, wie in den normalen Fällen. Wo aber dieses abnorm entwickelt ist, haben sie ihre ursprüngliche Stellung (Fig. 22, Abb. 2). Die ganze Blüte ist also um einen Winkel von 180^0 gedreht. Wir können uns diese Drehung so vorstellen, daß das erste Kelchblatt nach dem Verschwinden des Tragblattes dort entwickelt wird, wo es Platz und die besten Ausbildungsbedingungen hat. Und das ist natürlich dort, wo vorher ein Tragblatt war, dessen Baumaterial diesem zugute kommt. Diese Korrelation zwischen dem Tragblatte und den nächstliegenden Blütenbildungen ist im Pflanzenreiche nicht vereinzelt. Ich machte auf dieselben Verhältnisse bei der Infloreszenz der Gattung *Gagea* aufmerksam²¹.

Es bleiben noch die übrigen zwei Schwierigkeiten der WYDLER-BRAUNschen Ansicht ungelöst, daß nämlich die Zahl der Kelchblätter nicht der Zahl der Blumenblätter entspricht und zweitens, daß zwei von den Kelchblättern kleiner und einander gewöhnlich genähert sind. Diese Schwierigkeiten will ich im folgenden Kapitel zu lösen versuchen.

Phylogenetische Erwägungen über das Blütendiagramm von *Adoxa Moschatellina*

Beide vorgenannten Ansichten gehen von einem pentameren Diagramme aus.

Die WYDLER-BRAUNsche Ansicht setzt einen pentameren Kelch voraus, dessen zwei Blätter unterdrückt wurden. Dasselbe müssen wir auch für die Terminalblüte annehmen, wo außerdem die pentamere

Krone in eine tetramere durch Verschwinden eines Kronblättchens übergeht. Auch die zweite Ansicht nimmt ein ursprünglich pentamerer Perigon an und hält die Tetramerie der Terminalblüte für abgeleitet.

Es fragt sich aber, ob das richtig ist. Meiner Meinung nach haben wir keinen Grund zu dieser Annahme. Man kann zwar einwenden, daß die Pentamerie häufiger vorkommt als die Tetramerie, ja sogar, daß man manchmal auch dort, wo es sich um eine Tetramerie handelt, diese von einer Pentamerie ableiten muß, so zum Beispiel bei den Blüten mancher Scrophulariaceen u. a. Daraus einen Analogieschluß auf *Adoxa* zu ziehen, liegt aber umso weniger eine Nötigung vor, als wir auch Beispiele haben, wo die pentameren Blüten von den tetrameren abgeleitet sind (einige Onagraceen).

Wir sind also ebensogut berechtigt, die tetramere Terminalblüte für ursprünglich zu halten, wie die pentamere Seitenblüte. Welche von den zwei Ansichten wahrscheinlicher ist, werden wir im Folgenden prüfen.

Schon PAYER hat gezeigt, daß sich die oberen Blütenteile früher und schneller entwickeln als die unteren. Das gilt auch für die *Adoxa*-Blüte. NOVÁK hat an verkümmerten Blüten beobachtet, wie die unteren Perigonblätter kaum mehr wie Höcker aussahen, wogegen die oberen noch immer die Petalumform beibehalten haben. Das nach vorn gewandte Kelchblatt der Seitenblüten ist regelmäßig größer als die zwei übrigen. Entwicklungsgeschichtlich studiert wurden diese Verhältnisse von LAGERBERG^{17 19} und EICHINGER⁸. Nicht nur, daß durch ihre Studien PAYERS Beobachtungen bestätigt wurden, sondern sie führen noch einige andere wichtige Einzelheiten an. Die Entwicklung der Seitenblüten geht nach EICHINGER in folgender Weise vor sich: „Zunächst entstehen gleichzeitig die beiden Kelchblätter, die nach hinten liegen, dann erfolgt die Anlage des unpaaren vorderen. Inzwischen zeigt sich auch schon das Kronblatt, das nach hinten liegt, dann kommen die beiden oberen links und rechts stehenden Petala gleichzeitig, später die beiden unteren. In dieser Weise erfolgt die Entwicklung der Seitenblüten absteigend.“

Abb. 2. — Fig. 6 bis 25. *Adoxa Moschatellina*. — Fig. 6. Diagramm des oberirdischen Teiles einer Pflanze. — Fig. 8. Diagramm des oberirdischen Teiles des Exemplares Fig. 7. — Fig. 14. Diagramm der normalen Seitenblüte. — Fig. 15. Diagramm der normalen Terminalblüte. — Fig. 17. Eine Seitenblüte von unten. — Fig. 18. Diagramm einer Blüte mit gespaltenem Tragblatte. — Fig. 19. Eine tetramere Seitenblüte. — Fig. 20. Diagramm einer tetrameren Seitenblüte mit gespaltenem Tragblatte. — Fig. 21. Diagramm einer tetrameren Seitenblüte mit einfachem Tragblatte. — Fig. 22. Diagramm einer pentameren Blüte. — Fig. 23. Hexamere Blüte von unten. — Fig. 24. Diagramm der Blüte Fig. 23. — Fig. 25. Diagramm einer wahrscheinlich ursprünglich pentameren Blüte. — Fig. 26. *Fraxinus dipetala*, Blütendiagramm. — Fig. 27. *Forsythia viridissima*, Blütendiagramm. — Fig. 28. *Forsythia viridissima*, Diagramm einer abnormen Blüte (nach VELENOVSKÝ).

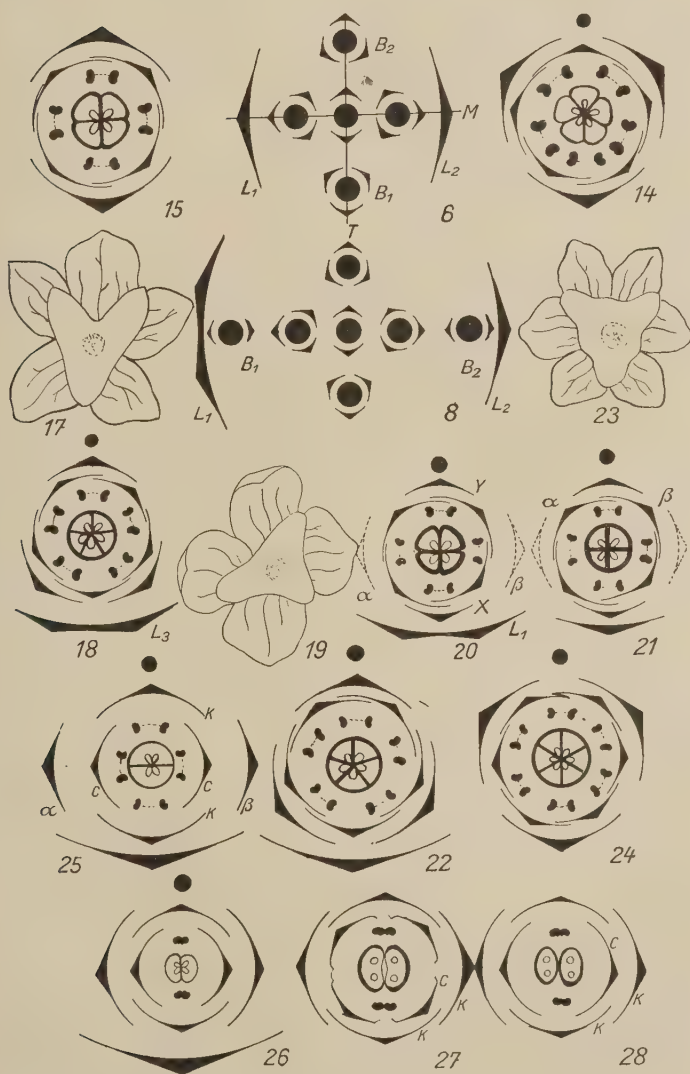


Abb. 2

Alle diese Erscheinungen zeigen, daß wir es bei den Seitenblüten mit einer Zygomorphie, nicht, wie es scheint, mit einer Aktinomorphie zu tun haben. Die Terminalblüte ist dagegen aktinomorph, was auch die Entwicklungsgeschichte bestätigt. Die vergleichende Morphologie hält aber die aktinomorphen Blüten für die ursprünglicheren, die zygomorphen für die abgeleiteten.

Durch Tetramerie zeichnen sich die Oleaceen aus. Mit den Diagrammen einiger Pflanzenarten aus dieser Familie will ich das Diagramm von *Adoxa* vergleichen, ohne daraus weitere systematische Schlüsse zu ziehen.

Das einfachste Diagramm hat die Gattung *Fraxinus*. Bei *Fraxinus dipetala* folgt (Fig. 26, Abb. 2) nach zwei zweigliedrigen Kelchkreisen ein zweigliedriger Kronkreis. Mit dem letzteren alternieren zwei Stamina und mit diesen ein zweifächeriger, zweikarpelliger Fruchtknoten.

Ein ganz ähnliches Diagramm hat *Forsythia* mit dem Unterschiede, daß der Kronkreis viergliedrig ist (Fig. 27, Abb. 2).

Schon EICHLER hatte in seinen „Blütendiagrammen“ darauf aufmerksam gemacht, daß das Diagramm der Oleaceen ursprünglich dimerisch ist. VELENOWSKÝ³¹ hat auf Grund der Abnormitäten von *Forsythia viridissima* gezeigt, daß EICHLERS Vermutung richtig war, daß die tetramere Krone von *Forsythia* und auch einiger anderen Oleaceen durch Spaltung (Dedoubleration) der zwei ursprünglichen Kronblätter entstanden ist. (Das Diagramm Fig. 28, Abb. 2 zeigt uns die alnorme Blüte von *F. viridissima*. Bis auf einige bedeutungslose Unterschiede, ist es dasselbe wie bei *Fraxinus dipetala* — Fig. 26, Abb. 2).

Dasselbe nehme ich für das Diagramm von *Adoxa* an. Es ist nur logisch, für die Blüte dieselbe ursprüngliche Stellung vorauszusetzen, welche die Blätter am Stengel haben, obwohl, wie bekannt, nicht alle Pflanzen mit dekussierter Blattstellung dimer oder tetramer gebaute Blüten haben und umgekehrt (*Papaveraceae*). Bei *Adoxa* ist die ursprüngliche Dimerie am besten bei der Terminalblüte ausgeprägt. Wenn wir das Diagramm dieser Blüte durch die zwei Vorblätter ergänzen, haben wir das Diagramm von *Forsythia* vor uns, mit dem Unterschiede, daß die Dedoubleration nicht nur die Kronblätter und Stamina, sondern auch den Fruchtknoten, der auch tetramerisch wird, betrifft.

Das ursprüngliche, in allen Blütenkreisen dimerische Diagramm, wie es bei *Fraxinus dipetala* ist, haben wir bei *Adoxa* nicht mehr erhalten. Wir können aber analog wie bei *Forsythia* voraussetzen, daß die tetramere Krone durch Spaltung der zwei Kronblättchen einer dimeren entstanden ist. Die älteste Form der *Adoxa*-Blüte wurde also durch das Diagramm in Fig. 25, Abb. 2, veranschaulicht. (Nach NOVÁK, DRUDE und STURM waren ursprünglich zwei Staubgefäßkreise vorhanden.)

Diese unsere Ansicht, zu welcher wir durch die vergleichend-morphologische Methode gekommen sind, wird wieder durch die Entwicklungsgeschichte schön bestätigt. Denn nach EICHINGER legen sich die Blütenorgane in der Terminalblüte nach folgender Weise an: Zuerst entstehen die beiden Kelchblätter. Die vier Kronblätter — die wir für zwei ursprüngliche, später gespaltene Kronblätter halten — entstehen gleichzeitig. Dagegen entwickeln sich die Staubgefäße sukzessiv, nämlich zunächst entstehen die zwei episepalen, dann die zwei übrigen, was auf die zwei Staubgefäßkreise zeigt. Die Fruchtknoten entstehen gleichzeitig.

Dasselbe ursprüngliche Diagramm, welches die Terminalblüte hat, nehme ich auch für die Seitenblüten an. Wie die erwähnten Abnormitäten (Fig. 7, 11, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 22) zeigen, wurde der jetzige Zustand auf folgende Weise erlangt: Fig. 21, Abb. 2, zeigt eine Seitenblüte, welche dasselbe Diagramm wie die Terminalblüte hat (Fig. 15, Abb. 2). Den Anstoß zu der Diagrammänderung gab wahrscheinlich die Spaltung des Tragblattes (vergleiche dazu das Diagramm Fig. 20, Abb. 2). Die Spaltung schreitet auf den Kelchkreis weiter und trifft hier das über dem Tragblatt liegende untere Kelchblättchen (Fig. 18, Abb. 2). Diese Spaltung des Kelchblattes kann sich aber auch ohne die Spaltung des Tragblattes verwirklichen (Fig. 22, Abb. 2, und bei allen sogenannten normalen Blüten, wo das Tragblatt fehlt — Fig. 14, Abb. 2). Dadurch wurde die erste Stufe der Zygomorphie erlangt. Trimerie im Kelchkreise und gleichzeitige Tetramerie im Kronkreise kommt niemals vor. Der Spaltung des Kelchblattes folgte gleich die Spaltung eines Kronblattes nach, und dadurch wurde der jetzige Zustand geschaffen, nämlich die Pentamerie des Kronkreises und die Trimerie im Kelchkreise. Daß die Spaltung eines Kelchblattes bei *Adoxa* ganz gut denkbar ist, das folgt (außer den erwähnten Abnormitäten) aus der Neigung zur Spaltung der Laubblätter. Nach dem Verschwinden des Tragblattes und der zwei Vorblätter α , β , nimmt das eine Kelchblättchen die Stellung des Tragblattes ein, es ist also ganz natürlich, daß auch das Kelchblatt — wie die Laubblätter — gespalten wird. Die Neigung zur Spaltung äußert sich auch durch die Spaltung der Staubgefäße.

Die jetzigen Verhältnisse im Blütendiagramme der Seitenblüten, nämlich die Trimerie des Kelchkreises, die Pentamerie in übrigen Blütenkreisen sind nichts Unnatürliches mehr. Ähnliche Verhältnisse kommen bei Malvaceen vor, bei den Cistaceen wird dasselbe wenigstens angedeutet. Trotzdem können wir bei *Adoxa* ein Streben nach einem gewissen Gleichgewicht zwischen dem Kelchkreise und dem Kronkreise beobachten. Sehr häufig kommen solche Abnormitäten vor, wo die Kelchblätter in Dreizahl, die Kronblätter in Sechszahl vorhanden sind (siehe Fig. 23, Abb. 2, und das Diagramm derselben, Fig. 24, Abb. 2). Hexamerie der

Krone wurde durch die Spaltung eines Kronblättchens verwirklicht, wie die häufigen Übergänge in allen Stufen zeigen. Nach BENTHAM und HOOKER hat die himalayische Varietät — *inodora* — alle Seitenblüten sechsblättrig.

*
*
*

Die Ergebnisse meiner Studie sind kurz zusammengefaßt folgende:

1. Bei *Adoxa Moschatellina* kommen sehr häufig Spaltungen vor. Diese betreffen Laubblätter, Tragblätter, Kelchblätter, Kronblätter und Staubgefäße.

2. Das vermeintliche Involucrum ist ein echter Kelch.

3. Das ursprüngliche Diagramm der *Adoxa*-Blüte ist in allen Kreisen dimer.

Systematische Bemerkungen

Bekanntlich wurde *Adoxa* in folgende Familien eingereiht:

I. *Saxifragaceae*: ADANSON, DRUDE, NOVÁK, EICHLER.

II. *Araliaceae*: JUSSIEU, DE CANDOLLE. (DRUDE stellt durch die von ihm angenommene Verwandtschaft zwischen *Chrysosplenium*—*Adoxa*—*Panax* diese Familie nahe zu den Saxifragaceen.)

III. *Caprifoliaceae*: MEISSNER, RÖPER, EICHLER (später), LAGERBERG.

IV. *Adoxaceae*, selbständige Familie mit einziger Gattung *Adoxa*, die $\pm$ in die Nähe der Caprifoliaceen gestellt wurde: ČELAKOVSKÝ, FRITSCH, EICHINGER, STURM.

Ohne Zweifel haben wir — wie besonders durch die Arbeiten von LAGERBERG, EICHINGER und STURM nachgewiesen wurde — in *Adoxa* eine Sympetale vor uns, dadurch kommen die unter I. und II. angeführten Ansichten nicht mehr in Betracht.

LAGERBERG stellt nach seiner gründlichen embryologischen Studie des Andröceums und Gynöceums von *Adoxa* diese Pflanze unter die Caprifoliaceen neben die Gattung *Sambucus*, mit der sie eine Untergruppe *Sambuceae* vorstellt. Bei der Unsicherheit anderer Merkmale sind die embryologischen Befunde ohne Zweifel die wertvollsten. Wir können aber auch nicht einige morphologische Verhältnisse außer Acht lassen*. Für besonders wichtig halte ich folgende morphologische Merkmale:

1. Die Diplostemonie, welche durch die entwicklungsgeschichtliche und teratologische Methode als bewiesen gehalten werden kann.

* Die morphologischen, anatomischen und biologischen Unterschiede zwischen *Adoxa* und *Sambucus* hat besonders STURM in seiner Arbeit hervorgehoben. Die letzten zwei Unterschiede sind für die systematische Stellung von sehr unsicherem Wert, wie STURM selbst gesteht.

2. Die ursprüngliche Dimerie des Blütendiagrammes, die durch dieselben Methoden und außerdem noch vergleichend-morphologisch nachgewiesen werden kann.

3. Die introrsen, gespaltenen Staubgefäße.

Aus diesem Grunde scheint mir die letzte unter IV. angeführte Ansicht als die wahrscheinlichste zu sein.

Ähnliche Ansicht äußert auch WETTSTEIN, indem er in der dritten Auflage seines Handbuches der systematischen Botanik³² nach der Familie Caprifoliaceae sagt: „... die früher vielfach zu den Saxifragaceen gestellte Gattung *Adoxa* (*A. Moschatellina*, Moschuskraut, nördl. extratropisch) scheint sicher hierher zu gehören. Auch als Vertreterin einer eigenen sich hier anschließenden Familie (*Adoxaceae*) aufgefaßt“. (S. 828).

Literatur

- ¹ Agardh J. G.: Theoria systematis plantarum. Lund, 1875.
- ² Baillon H.: Histoire de plantes. 1880.
- ³ Braun A.: Über *Adoxa*. Sitzber. d. bot. Vereines für die Provinz Brandenburg, 1875.
- ⁴ Candolle A. De: Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis. 1830.
- ⁵ Čelakovský L. J.: Über den phylog. Entwicklungsgang der Blüte. Sitzber. d. k. böhm. Gesellschaft d. Wiss. Prag. I. Teil, 1896, II. Teil, 1900.
- ⁶ Drude O.: Über die natürliche Verwandtschaft von *Adoxa* und *Chrysosplenium*. Bot. Ztg. 1879.
- ⁷ —: Über die verwandtschaftlichen Beziehungen von *Adoxa* zu *Chrysosplenium* und *Panax*. Bot. Jahrb., 1884.
- ⁸ Eichinger A.: Vergleichende Entwicklungsgeschichte von *Adoxa* und *Chrysosplenium*. Mitteilungen d. Bayer. bot. Ges., 1907.
- ⁹ Eichler A. W.: Blütendiagramme. I. 1875, II. 1878.
- ¹⁰ Engler A.: Nachtrag zu den *Adoxaceae*. In Engler und Prantl, Natürl. Pflanzenfam., IV. 4. 1891.
- ¹¹ Fritsch K.: *Caprifoliaceae—Adoxaceae*. In Engler und Prantl, Natürl. Pflanzenfam., IV. 4. 1891.
- ¹² —: Die Gattungen der Caprifoliaceen. Bot. Zentralblatt, 50. Bd., 1892.
- ¹³ Giltay E.: Über Abnormitäten in den Blüten von *Adoxa Moschatellina*. Nederlandsch. kruidkundig Archief, 2. Ser., III., 1882.
- ¹⁴ Goebel K.: Über Symmetrieverhältnisse in Blüten. Bot. Zentralblatt, Bd. 108, 1908.
- ¹⁵ Hooker J. D.: The Flora of British India, vol. III, 1880.
- ¹⁶ Jussieu A. L.: Genera plantarum. 1791.
- ¹⁷ Lagerberg T.: Organografiska studier öfver *Adoxa moschatellina* L. — Ark. f. Bot. utg. af Kungl. Svensk. Vet. Ak., 3., 1904.
- ¹⁸ —: Über die präsynaptische und synaptische Entwicklung der Kerne in den Embryosackmutterzellen von *Adoxa moschatellina*. — Bot. Studier tillägn. T. R. Kjellman, Uppsala, 1906.
- ¹⁹ —: Studien über die Entwicklungsgeschichte und systematische Stellung von *Adoxa moschatellina* L. Akad. Abhandl. Uppsala, 1909.
- ²⁰ Marat M. L.: Remarque sur la place de l'*Adoxa Moschatellina* dans la classification. Journ. d. Bot., II. 1888.

- ²¹ Martinovský J. O.: Beitrag zur Morphologie, Phylogenesis und Entwicklungsgeschichte der Gattung *Gagea* Salisb. Beihefte z. Bot. Centralblatt, Bd. XLVI, 1930.
- ²² Novák Th.: Über den Blütenbau der *Adoxa Moschatellina*. Österr. bot. Zeitschrift, Bd. 54, 1904.
- ²³ Payer J. B.: Traité d'organogénie comparée de la fleur. 1857.
- ²⁴ Penzig O.: Pflanzenteratologie, 2. Aufl. Berlin, 1921/22.
- ²⁵ Rautaniemi A.: Medd. soc. pr. f. et fl. Fenn., XLVI., 1921.
- ²⁶ Roeper J.: Die Stellung der Frucht ist von der Stellung des vorhandenen Organenkreises der Blume abhängig. Bot. Zeitung, 1846.
- ²⁷ Schenk J.: Mißbildungen bei *Adoxa Moschatellina*. Flora, 1849.
- ²⁸ Schumann K.: Morphologische Studien. 1892, 1899.
- ²⁹ Sturm K.: Monographische Studien über *Adoxa Moschatellina* L. Mitteilungen aus d. bot. Museum der Universität Zürich, LI.
- ³⁰ Tieghem Ph. v.: Anatomie de la Moschatelline. Bull. d. l. Soc. bot. de France, XXVII., 1880.
- ³¹ Velenovský J.: Abnormale Blüten der *Forsythia viridissima*. Österr. bot. Zeitschrift, Bd. 51, 1901.
- ³² Wettstein R. v.: Handbuch der systematischen Botanik, 3. Aufl., Leipzig und Wien, 1924.
- ³³ Wydler H.: Morphologische Mitteilungen. 4. Bot. Ztg., 1844.
- ³⁴ —: Über *Adoxa Moschatellina*. Flora, 1850.
- ³⁵ —: Über *Adoxa Moschatellina*. Mitteil. d. naturf. Ges. Bern, 1871.

Die Einschleppung von Pflanzen mit Südfrucht- sendungen

Von

Kurt Meyer (Breslau)

Der allzu früh verstorbene Schweizer Professor ALBERT THELLUNG teilte 1911 in seiner „Flore adventice de Montpellier“⁷ die Adventivpflanzen in vier Gruppen ein: Getreideunkräuter, Wollpflanzen, Ballastpflanzen und die mit Transporten eingeschleppten Arten. SCHEUERMANN⁴ schied aus der letzten Gruppe noch drei weitere Abteilungen aus: Ölpflanzen, Vogelfutterpflanzen und Südfruchtbegleiter. Damit ist die Einschleppungsart in eindeutiger Weise gekennzeichnet. Zu den Südfruchtbegleitern zählen alle Arten, deren Samen mit Südfruchttransporten nach Mitteleuropa gelangen und hier auskeimen.

So beobachtete SCHNYDER (Wädenswil)⁶ auf dem österreichisch-schweizer Grenzbahnhof Buchs in den Kriegsjahren 23 verschiedene süditalienische Pflanzenarten, die an dem Ladegleise wuchsen, wo die Zitronensendungen von italienischen Waggons in österreichische umgeladen wurden. Mit dem Aufhören dieser Transporte verschwanden diese Pflanzen wieder. Auch THELLUNG hat zahlreiche Mittelmeerpflanzen als Südfruchtbegleiter erkannt⁸. Als in den Nachkriegsjahren die Einfuhr der Südfrüchte nach Deutschland wieder einsetzte, wurde auf den Güterbahnhöfen des rheinisch-westfälischen Industriebezirkes und im Düsseldorfer Hafen von SCHEUERMANN⁵ und BONTE¹ eine größere Menge von Südfruchtbegleitern neben anderen Fremdlingen aufgefunden. In seiner vorjährigen Bahnhofsarbeit, welche die Beobachtungen von sechs Jahren zusammenfaßt, zählt SCHEUERMANN unter Mitberücksichtigung der Schweizer Funde etwa 200 Südfruchtbegleiter auf, von denen manche als solche noch nicht bekannt waren. Doch ist bei verschiedenen Spezies diese Art der Einschleppung noch nicht einwandfrei ermittelt. PREUSS³ fand ebenfalls etliche in Osnabrück. Angeregt durch die westdeutschen Funde wurden von E. SCHALOW und dem Verfasser die Breslauer Güterbahnhöfe² auf ihren Pflanzenbestand untersucht und hier im letzten Sommer 35 verschiedene Südfruchtbegleiter festgestellt.

Das offenkundige Bestreben der neueren Adventivfloristen, die Einschleppungsart der Fremdpflanzen festzulegen, verdient besondere Beachtung und wird in etlichen Punkten zu neuen Anschauungen führen.

Manche Angaben aus früherer Zeit werden berichtigt werden müssen, so z. B. die Ansicht ZIMMERMANN⁹, der in Mannheim Hunderte von Adventivpflanzen allein auf Einschleppung durch den Getreidehandel zurückführte, da ihm der Begriff der Südfruchtbegleiter unbekannt war.

Schon THELLUNG hat festgestellt, daß die Südfruchtsendungen durch eine Stroh- und Heuumhüllung im Winter gegen Frost geschützt und daß mit diesem Verpackungsmaterial zahlreiche Arten aus den Mittelmeerländern eingeschleppt werden. Bei einer Anzahl Spezies blieb es aber bisher zweifelhaft, ob sie wirklich zu den Südfruchtbegleitern gehören. Deshalb wurde es erforderlich, das Verpackungsheu auf seinen Pflanzenbestand zu untersuchen, um so auf unwiderlegliche Weise unsere Kenntnis von den Südfruchtbegleitern nachzuprüfen und zu erhärten.

In Breslau waren die Bedingungen für solche Untersuchungen besonders günstig, da sich die Funde auf ein kurzes Gleisstück neben der Zollabfertigung des Güterbahnhofs Breslau-West beschränkten, auf dem die ausländischen Waggons entladen werden. Auch ließ sich durch Umfrage bei den Eisenbahnbeamten leicht ermitteln, daß die vielen Fremdpflanzen mit großer Wahrscheinlichkeit von dem winterlichen Verpackungsmaterial der Südfruchtsendungen herrührten. So wurde denn die Untersuchung des Verpackungsheus während der Haupteinfuhrzeit der Apfelsinen (Januar bis März) in Angriff genommen. In Verbindung mit einigen Südfruchtgroßhandlungen (Max PECH Nachf., STIEBLER, Westindia Comp.) gelang es, bei der Entladung von bisher elf Waggons zugegen zu sein und das Ausstopfmateriale beim Öffnen der Wagen durchzusehen. Die zahlreichen auf den Ladegleisen umherliegenden Heureste konnten dabei außer Acht bleiben, um Fehlschlüsse von vornherein zu vermeiden. Obwohl die Hauptmenge der Südfrüchte in Breslau an der Großmarkthalle entladen wird, die ohne besonderen Ausweis nicht betreten werden darf, konnten 135 verschiedene Arten im Verpackungsheu aufgefunden werden. Paralleluntersuchungen in Dortmund (SCHEUERMANN) und Essen (BONTE) brachten eine weitere Bereicherung der Liste um einige 30 Arten. Es steht zu erwarten, daß bei Fortsetzung der Untersuchungen sich ihre Zahl wesentlich vermehren und es dann möglich sein wird, eine genaue Aufstellung aller Südfruchtbegleiter vorzunehmen. Doch schon die jetzigen Funde rechtfertigen eine kurze Zusammenstellung der bisherigen Ergebnisse.

Die Verpackung der Südfruchtwaggons erfolgt in der Weise, daß sämtliche Seitenwände, Boden und Decke mit Stroh oder Heu in Stärke von 10 bis 20 cm belegt werden und diese Schicht nach innen mit Wellpappe abgedichtet wird. Das Material muß von dem Empfänger weggeschafft werden. Da für die Beurteilung des Auftretens der Südfruchtbegleiter von Wichtigkeit ist, wo das Verpackungsmaterial verbleibt,

wurden auch hierüber Nachforschungen angestellt. Die Südfruchthandlungen, die noch Pferdegespann haben, benutzen es als Streu für die Ställe. Sind zu viel harte Pflanzen, wie Disteln, dabei, dann gelangt es auf die städtischen Müllplätze. Großhandlungen mit Autobetrieb verkaufen es an Spediteure, wo es eine gleiche Verwendung findet. Trotzdem bleiben noch zahlreiche Heureste am Entladegleise zurück, welches etwa wöchentlich von Bahnbeamten gesäubert wird. Die Reste gelangen in eine Müllsammelstelle und werden von da durch Bahnloren nach dem nächsten städtischen Müllplatz befördert. Es ist klar, daß die Hauptmenge der Samen an den Entladegleisen auskeimen wird, also auf den Bahnhöfen stets die meisten Südfruchtbegleiter auftreten werden. Weiterhin sind gelegentliche Funde von ihnen auf Müllplätzen, ja sogar auf Kulturland, das mit Stallmist gedüngt wurde, nicht verwunderlich.

Die Herkunft des Packmaterials konnte in fast allen Fällen genau festgestellt werden. Mit Ausnahme eines südfranzösischen Apfelsinewaggons, der mit Getreidestroh versehen war und kaum nennenswerte Unkräuter enthielt, kamen die Breslauer Waggons sämtlich aus Sizilien, und zwar aus Catania. Auch das Heu eines von SCHEUERMANN in Dortmund-Süd genau untersuchten Südfruchtwaggons stammte aus der Umgebung von Catania (Capo d'Orlando).

Die Zusammensetzung des Packmaterials, so unterschiedlich es im einzelnen war, stimmte vollkommen mit der artenreichen Flora Siziliens überein. Zuweilen waren Pflanzen feuchter Standorte zahlreicher vertreten, wie *Alisma gramineum*, *Schoenoplectus lacustris*, *Scirpus maritimus*, *Beta maritima* und *Oenanthe silaifolia*. Andere Waggons enthielten nur Pflanzen trockener Standorte. Da in jeder Sendung der größere Teil der Pflanzen gut ausgereifte Samen hatte, und die blühenden stets an Menge wie Artenzahl zurücktraten, muß angenommen werden, daß das Heu nicht von Kulturwiesen, sondern von Ödländereien herrührte.

Bei mehreren Waggons bestand die Verpackung aus Weizen- und Haferstroh, unter dem sich häufiger einige Wildhaferarten befanden (*Avena barbata*, *A. sterilis*, *A. fatua*) und nicht selten *Triticum durum*. Unkräuter gab es wenig und diese waren obendrein fast alle in sterilem Zustande (*Equisetum arvense*, *E. maximum*, *Alopecurus agrestis* und Stengelteile von Wicken). Zwei Waggons hatten als Ausstopfmateriel Reisstroh, meist Reishülsen, doch auch ganze Pflanzen mit Spelzen an den Ährchen. In diesem Stroh trat mehrfach ein *Cyperus* aus der Verwandtschaft von *C. glomeratus* auf, bei dem freilich die Früchtchen schon abgefallen waren. Ein Auftauchen dieser Pflanze auf Bahnhöfen und Abraumstellen ließe sich somit ohne weiteres erklären. Seltener waren fruchtende Exemplare von *Setaria glauca* zu finden, eine auf deutschen Bahnhöfen schon öfter beobachtete Pflanze, und eine Form von *Panicum* (*Echinochloa*) *Crus galli*.

In den Waggons mit Heuverpackung war die Artenzahl naturgemäß bedeutend größer. Im Heu eines einzigen Waggons wurden 73 verschiedene Spezies aufgefunden! Diese Waggons sind die Hauptlieferanten der Südfruchtflora unserer Bahnhöfe. Selbst wenn nur ein geringer Prozentsatz der vielen Tausende reifer Samen auskeimt, muß die Flora der Entladegleise ein ausgesprochen fremdartiges Gepräge erhalten, wie es im Vorjahr auf dem Auslandsgeleise in Breslau-West, in Dortmund-Süd, Düsseldorf-Derendorf und anderswo der Fall war.

Freilich gedeihen in unserem Klima viele Arten nur in Kümmerformen, wie ein Vergleich mit den Pflanzen des Packmaterials deutlich zeigte. Die Hauptmenge der Gräser sind *Phalaris*-Arten, wie *Ph. paradoxa*, *Ph. minor*, *Ph. coerulescens*, spärlicher *Ph. canariensis*, ferner *Polypogon monspeliensis*, *Brachypodium distachyon*, *Scleropoa rigida*, *Gaudinia fragilis*. Sie alle wachsen bei uns durchweg nur als bescheidene Pflänzchen, während *Cynosurus echinatus* (Igelgras), *Haynaldia villosa* und die eingeschleppten *Bromus*-Arten (*B. macrostachys*, *B. villosus*, *B. madritensis*, *B. mollis*) sich der Bodenbeschaffenheit und dem Klima gut anpassen und zu voller Größe heranwachsen. Andere Arten des Verpackungsheus sind lebend bei uns noch nicht beobachtet worden, trotzdem reife Samen gar nicht selten sind. Mit ihrem Erscheinen kann aber gerechnet werden, soweit zusagende Existenzbedingungen ein Gedeihen ermöglichen. Von diesen wären vor allem zu nennen: *Hedysarum coronarium* („Spanische Esparsette“), *Gladiolus segetum*, *Scorpiurus subvillosus* (Skorpionswicke), *Daucus muricatus*, *Cerintho maculata*. Andere, die bisher auf Bahnhöfen lebend nur in vereinzelten Exemplaren gefunden worden sind, waren im Heu mitunter zahlreich vertreten. Erwähnt seien: *Aegilops triaristata* (Düsseldorfer Hafen 1927 und 1930), *Lathyrus Ochrus* (Dortmund-Süd 1929, Düsseldorf-Derendorf 1930), *Lythrum meonantherum* (Schuttplatz Breslau-Woischwitz 1926), *Plantago lagopus* (Osnabrück 1929), *Bellardia Trixago* (Düsseldorfer Hafen 1926), *Pallenis spinosa* (Mannheimer Hafen 1901), *Tragopogon glaber* (Düsseldorfer Hafen 1927). Neben den Gräsern, die an Artenzahl naturgemäß überwiegen (bisher 55 Arten im Verpackungsheu), war bei einigen Waggons die ungeheure Zahl der *Medicago*-Früchte besonders auffällig, die meist von den Pflanzen abfielen und zu Hunderten eingesammelt werden konnten. Es wurden bisher folgende Arten sicher erkannt, die noch nicht alle in lebenden Stücken auf deutschen Bahnhöfen gefunden worden sind: *Medicago aculeata*, *M. ciliaris*, *M. denticulata*, *M. intertexta*, *M. orbicularis*, *M. rigidula*, *M. rugosa*, *M. scutellata*, *M. tuberculata*. Auch die Zahl der Kompositen ist recht beträchtlich. Von rein mediterranen Arten, die im Heu und als Adventivpflanzen vorkommen, seien angeführt: *Hedypnois cretica*, *Calendula arvensis*, *Centaurea algeriensis* (lebend: Bahnhof Buchs 1915, Düsseldorfer Hafen mehrfach), *Anacyclus clavatus* und *Cichorium Endivia*.

Als Beispiel der Zusammensetzung des Verpackungsmaterials möge die Fundliste eines am 21. Februar 1931 in Breslau-West entladenen Apfelsinenwaggon aus Catania gegeben werden:

fr = fruchtende, fl = blühende Pflanzen.

<i>Pteridium aquilinum</i> , KUHN f. <i>lanuginosum</i>		
LUERSS.	steril, mehrfach	
<i>Phalaris paradoxa</i> L.	} Hauptmenge des Packmateriales }	} überwiegend fr.
„ <i>minor</i> RETZ.		
„ <i>coerulescens</i> DESF.		
<i>Triticum vulgare</i> L.	}	} Stroh als Bodenbelag
„ <i>durum</i> DESF.		
<i>Secale cereale</i> L.		
<i>Hordeum sativum</i> L.		
<i>Avena sterilis</i> L.	fr, mehrfach	
<i>Scleropoa rigida</i> (L.) GRISEB.	fr, mehrfach	
<i>Bromus madritensis</i> L.	fr, mehrfach	
„ <i>mollis</i> L.	fr, vereinzelt	
<i>Lagurus ovatus</i> L.	ein fr Stengel	
<i>Gastridium</i> spec.	fr, mehrfach	
<i>Lolium perenne</i> L.	fr, mehrfach	
„ <i>subulatum</i> VIS.	fr, mehrfach	
<i>Haynaldia villosa</i> (L.) SCHUR	ein fr Stengel	
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	fr, vereinzelt	
<i>Agropyrum repens</i> P. B.	fr, mehrfach	
<i>Lepturus incurvatus</i> TRIN.	fr, vereinzelt	
<i>Ornithogalum</i> spec.	fr, mehrfach	
<i>Rumex pulcher</i> L.	fr, vereinzelt	
<i>Silene conica</i> L.	fr, vereinzelt	
<i>Papaver dubium</i> L.	fr, vereinzelt	
„ <i>Rhoeas</i> L.	fr, vereinzelt	
<i>Sinapis arvensis</i> L.	fr, mehrfach	
<i>Scorpiurus subvillosus</i> L.	eine fl, eine fr Pflanze	
<i>Hedysarum coronarium</i> L.	fl und fr, mehrfach	
<i>Medicago ciliaris</i> (L.) WILLD.	zahlreiche Früchte	
„ <i>orbicularis</i> (L.) ALL.	zahlreiche Früchte	
„ <i>rigidula</i> (L.) DESR.	zahlreiche Früchte	
„ <i>denticulata</i> BURN.	mehrere Früchte	
<i>Trifolium echinatum</i> MB.	fl und fr, mehrfach	
<i>Vicia lutea</i> L.	fr, vereinzelt	
<i>Lathyrus Ochrus</i> (L.) DC.	fr, mehrfach	
„ <i>silvester</i> L.	fr, mehrfach	
<i>Lavatera</i> spec.	fr, vereinzelt	
<i>Scandix pecten-Veneris</i> L.	fr, mehrfach	

Anacyclus clavatus (DESF.) PERS. fl und fr, mehrfach
Chrysanthemum segetum L. fl, vereinzelt
Centaurea spec. einzelne Früchte

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß auch manche einheimischen Ruderalpflanzen, wie *Agropyrum repens*, *Lolium perenne*, *Bromus mollis* und *Sinapis arvensis* auf Bahnhöfen zuweilen als Südfruchtbegleiter anzusprechen sind.

Die eingehende Beschäftigung mit den Fremdpflanzen unserer Güterbahnhöfe und Schuttplätze ist, das zeigen wohl die Ausführungen, ein reizvolles Gebiet.

Wenn wir den Wegen, auf denen diese Fremdlinge zu uns kommen, nachgehen, so erlangen wir wertvolle Aufschlüsse über diese interessanten Pflanzenarten. Ihre sorgsame Beobachtung in den verschiedenen Teilen Mitteleuropas wäre recht wünschenswert. Manche strittige Frage in der Adventivfloristik würde dann geklärt werden können.

Eine Veröffentlichung der genauen Ergebnisse über das Verpackungsmaterial der Südfruchtsendungen ist für das nächste Jahr geplant.

Literatur

- ¹ Bonte L.: Beiträge zur Adventivflora des rheinisch-westfälischen Industriegebietes. Bonn 1930.
- ² Meyer Kurt: Die Pflanzenwelt der Breslauer Güterbahnhöfe. 102. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für Vaterländische Cultur, Breslau 1931.
- ³ Preuß Hans: Das anthropophile Element der Flora des Reg.-Bezirks Osnabrück. Veröffentlichungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Osnabrück; 21. Jahrgang 1929.
- ⁴ Scheuermann R.: Die Adventivflora des rheinisch-westfälischen Industriegebiets. Berichte über die Verhandlungen des Botan. u. Zoolog. Vereins für Rheinland und Westfalen 1925. Bonn 1926.
- ⁵ —: Mittelmeerpflanzen der Güterbahnhöfe des rheinisch-westfälischen Industriegebietes. Bonn 1930.
- ⁶ Snyder A.: Beobachtungen über Pflanzenwanderungen im Alviergebiet. 60. Band (1924) des Jahrbuches der St. Gallischen naturwissensch. Gesellschaft.
- ⁷ Thellung A.: Flore adventice de Montpellier. Cherbourg, 1912.
- ⁸ —: Beiträge zur Adventivflora der Schweiz. I, II, III. Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Jahrgang 52 (1907), 56 (1911), 64 (1919).
- ⁹ Zimmermann Fr.: Die Adventiv- und Ruderalflora von Mannheim, Ludwigshafen und der Pfalz. 1907, nebst Nachträgen.

Besprechungen

Lämmermayr L., Vergleichende Studien über die Pflanzendecke oststeirischer Basalte und Basalttuffe. I. Teil. (Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 139. Bd., 1930, S. 567—599.)

Von den zahlreichen Basaltvorkommen in Oststeiermark werden vom Verf. in dem vorliegenden I. Teil vorwiegend jene südlich des Raabflusses behandelt. Die pH-Werte dieser Basalt- und Basalttuff-Böden liegen im allgemeinen zwischen 7,6 und 8,0. Im Charakter der Pflanzenwelt zeigt sich das starke Hervortreten thermophiler Gewächse und im Zusammenhang damit das Überwiegen von Kalkpflanzen über Kieselpflanzen, wiewohl die Basaltflora im allgemeinen als eine gemischte Flora zu bezeichnen ist. Unter den thermophilen Pflanzen sind nicht wenige illyrische Elemente; mehrfach treffen solche mit subalpinen Elementen zusammen. Andererseits steht die Pflanzenwelt der Basalte und Basalttuffe durch das fast konstante Auftreten der Rotbuche und vieler Buchenbegleiter oft in auffälligem Gegensatz zur Umgebung. Mehrere der oststeirischen Basalttuffe sind sehr olivinreich, so daß der aus ihnen entstehende Verwitterungsboden wahrscheinlich viel reicher an Magnesia als an Kalk ist. Trotzdem fehlen Serpentinpflanzen und treten auch *Asplenium viride* und *A. adiantum nigrum* in ganz unveränderter Ausbildung auf, ohne irgendwelche Annäherung an *A. adulterinum* bzw. *A. cuneifolium*.

E. JANCHEN (Wien)

Ulbrich E., Über eigenartige alloiophylle Riesenformen von *Anemone nemorosa* L. mit *Urocystis*-Befall. (Notizblatt d. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem, Bd. XI, Nr. 102, 1931, S. 128—134.)

Verfasser kennt aus der Lübecker Gegend Exemplare von *Anemone nemorosa*, die durch ungewöhnliche Größe der Vegetationsorgane und vor allem der Blüten auffallen. Die Blüten erinnern in ihrer Gestalt und Größe an *Helleborus niger* oder eine kleine *Paeonia* und sind weiß mit grünlichem Anfluge; bisweilen sind sie reingrün oder rosa. Die Blumenblätter sind oft ungleich groß, bisweilen ausgefranst. Die Involukralblätter sind stark verbreitert und erinnern an die Blätter von *Ranunculus auricomus*, *R. cassubicus* u. a. Die in ihrer Erscheinung übereinstimmenden „alloiophyllen“ Anemonen KLEBAHNS sind nach diesem Autor auf eine Infektion durch einen unbekannten Erreger zurückzuführen. Zur Entscheidung, ob der beobachtete *Urocystis*-Befall dieser Pflanze zur Alloiophyllie in irgendwelcher Beziehung zu bringen oder aber nur sekundär ist, ersucht ULBRICH um Mitteilung dahingehender Beobachtungen und Beifügung von Belegen.

H. LOHWAG (Wien)

Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw.

Akademie der Wissenschaften in Wien.

Am 23. April 1931 wurde bei der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse folgende botanische Arbeit zur Drucklegung eingereicht:

VOUK V. (Zagreb), Kohle und Pflanzenwachstum.

Gesellschaft für Pflanzenzüchtung in Wien

Die diesjährige Generalversammlung fand am 29. und 30. Mai in Wien statt. Die Gesellschaft legt nunmehr besonderes Schwergewicht auf die Züchtung von Pflanzenrassen, die für das pannonische bzw. pontische Florengebiet geeignet sind. Gewählt wurden: zum Präsidenten RUDOLF FRHR. v. FREUDENTHAL, zum Vizepräsidenten SIEGFRIED v. STRAKOSCH-FELDRINGEN; zu Ausschußmitgliedern: Hofrat Dr. IGNAZ GREISENEGGER, Ministerialrat Ing. EMIL HAUNALTER, Prof. Dr. HERMANN KASERER, Hofrat Prof. Dr. GUSTAV KÖCK, Hofrat Dr. GUSTAV PAMMER, Hofrat Prof. Dr. ERICH TSCHERMAK-SEYSENEGG, Prof. Dr. EMERICH ZEDERBAUER u. a. m.

Deutsche Kakteen-Gesellschaft

Die Deutsche Kakteen-Gesellschaft (Vorsitzender Dr. ERICH WERDERMANN, Berlin-Dahlem) hielt ihre diesjährige Hauptversammlung vom 12. bis 15. Juni in Wien ab. Aus diesem Anlasse wurde von der Ortsgruppe Wien der genannten Gesellschaft eine große Kakteenschau im Schönbrunner Schloßpark unter dem Ehrenvorsitz des Bundesgärtendirektors Regierungsrat FRITZ ROTTENBERGER veranstaltet. Zum Obmann der Ortsgruppe Wien wurde Professor Dr. FRIEDRICH CARL v. FABER gewählt.

X. Internationaler Gartenbau-Kongreß

Der X. Internationale Gartenbau-Kongreß findet in der Zeit vom 30. Mai bis 5. Juni 1932 in Paris statt. Die Vorbereitungen zu demselben trifft unter dem Schutze des „Internationalen Komitees für Gartenbau-Kongresse“ eine von der „Société Nationale d'Horticulture de France“ eingesetzte Organisationskommission. Zuschriften sind an den Generalsekretär der genannten Gesellschaft, Herrn A. NOMBLOT, 84, rue de Grenelle, Paris (7°), zu richten.

VI. Internationaler Kongreß für Vererbungswissenschaft

Dieser Kongreß soll in der Zeit vom 24. bis 31. August 1932 in Ithaka (New York, U. S. A.) im Anschlusse an den vom 21. bis 23. August 1932 in New York und Cold Spring Harbor (Long Island) tagenden III. Internationalen Kongreß für Eugenik stattfinden.

Hofrat Prof. Dr. ERICH TSCHERMAK-SEYSENEGG (Wien) wird bei dem Vererbungskongreß die Stelle eines Vizepräsidenten bekleiden. Die Vorarbeiten für beide Kongresse in Österreich besorgen Univ.-Prof. Dr. HEINRICH REICHEL und Kinderarzt Dr. FELIX TIETZE (Wien, IX., Währingerstraße Nr. 5—7).

Personalnachrichten

Privatdozent Dr. WILHELM TROLL (München) wurde zum außerordentlichen Professor ernannt.

Dr. FRIEDRICH ZWEIGELT (Klosterneuburg bei Wien) wurde der Titel eines Regierungsrates verliehen.

Gymnasialprofessor i. R. FRANZ MATOUSCHEK (Wien) erhielt den Titel Studienrat.

Dr. RUDOLF MARLOTH (Kapstadt, Südafrika) ist am 15. Mai d. J. im Alter von 75 Jahren während eines botanischen Ausfluges nach Caledon einem Schlaganfall erlegen.

Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre. Herausgegeben von Dr. F. Honcamp, o. Professor a. d. Landesuniversität u. Direktor der Landwirtschaftl. Versuchsstation Rostock i. M.

Erster Band: **Pflanzenernährung.** Mit etwa 74 Abbildungen und einer lithographischen Tafel. Etwa 1002 Seiten. Erscheint im August 1931.

Zweiter Band: **Düngemittel und Düngung.** Bearbeitet von E. Biere-Rostock i. M., H. Brenek-Berlin, R. Demoll-München, E. G. Doerell-Prag, H. Fischer-Berlin/Steglitz, W. Gleisberg-Dresden/Pillnitz a. E., C. Grimme-Hamburg, C. Hermann-Berlin, F. Honcamp-Rostock i. M., W. Jacob-Berlin, A. Kilbinger-Bochum, P. Koenig-Forchheim, P. Krische-Berlin/Lankwitz, G. Leimbach-Chorillos (Chile), N. Nicolaisen-Calbe a. S., O. Nolte-Berlin, S. Prager-Berlin, E. H. Reinau-Berlin/Lichterfelde, E. Reinmuth-Rostock i. M., H. Rötger-Ludwigshafen a. Rh., G. Ruschmann-Berlin, Chr. Schätzlein-Neustadt a. H., J. Sebelien-Oslo, B. Tacke-Bremen, S. Tauss-Piesteritz a. E., H. Urbach-Berlin, W. Wachtel-Berlin, G. Wichern-Hönningen a. Rh., E. Wiedemann-Eberswalde, A. Wilhelmj-Berlin, W. Wöhlbier-Rostock i. M. Mit 285 Abbildungen. XII, 919 Seiten. 1931. RM 86,—; gebunden RM 89,80

Aus den Besprechungen:

Der zweite Band dieses Standardwerkes verdient als eine ganz hervorragende Leistung auf dem Gebiete der agrikulturchemischen Literatur gewürdigt zu werden. Der Herausgeber hat es verstanden, für die einzelnen Abschnitte Autoren zu gewinnen, die als hervorragende Fachleute auf ihrem Gebiete bekannt sind. Man findet daher alles in vollendeter Form zusammengetragen und erschöpfend dargestellt. Es ist mir nicht möglich gewesen, eine Lücke aufzufinden. Andererseits ist in fast allen Kapiteln eine Fülle von Material enthalten, wie es in dieser Vollständigkeit kein anderes Handbuch zu bieten vermag. Als besonders wertvoll ist auch die sehr ausführliche Darstellung über Rohstoffe und die fabrikatorische Darstellung aller wichtigen Kunstdünger zu erwähnen, doch vermitteln auch alle anderen Abschnitte überaus wichtige Erfahrungen und Erkenntnisse, so daß das Werk fast durchgehend Anspruch auf die Eigenschaften eines Lehrbuches erheben kann, zumal auch das Quellenstudium durch überall beigegebene Literaturnachweise erleichtert wird. (Biedermanns Zentralblatt)

Pflanzenatmung. Von Dr. S. Kostytschew, ordentliches Mitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Universität Leningrad. (Band VIII der „Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere.“) Mit 10 Abbildungen. VI, 152 Seiten. 1924. RM 6,60

Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. 7 Abhandlungen. Aus dem chemischen Laboratorium der Akademie der Wissenschaften in München. Von Richard Willstätter und Arthur Stoll. Mit 16 Textfiguren und einer Tafel. VIII, 448 Seiten. 1918. RM 20,—

Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Von Dozent Dr. J. Braun-Blanquet, Montpellier. (Band VII der „Biologischen Studienbücher.“) Mit 168 Abbildungen. X, 330 Seiten. 1928. RM 18,—; gebunden RM 19,40

Soeben erschienen:

Lehrbuch des Obstbaus

auf physiologischer Grundlage

Von

Dr. Fritz Kobel

Botaniker an der Schweizerischen Versuchsanstalt
für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil

Mit 63 Abbildungen. VIII, 274 Seiten. 1931. RM 16,—; gebunden RM 18,40

Die durch eingehende Forschungen ermöglichten wertvollen Einblicke in die Lebenserscheinungen unserer Kern- und Steinobstbäume haben den Verfasser zu dem Schluß geführt, daß bereits eine pflanzenphysiologische Betrachtungsweise des Obstbaus möglich ist.

Er erläutert daher auf Grund pflanzenphysiologischer Forschungen die Voraussetzungen für einen erfolgreichen praktischen Obstbau.

Solange auf irgendeinem Gebiete des Pflanzenbaus einzig die eigenen Erfahrungen und diejenigen unserer Vorfahren zur Verfügung stehen, wird man auf zahlreiche bestimmte Vorschriften und Rezepte angewiesen sein, die unter ganz bestimmten Umständen richtig sein mögen, aber unter anderen völlig versagen, ohne daß die Ursache zu begreifen wäre. Sobald dagegen die Gesetzmäßigkeiten, denen unsere Kulturpflanzen unterstellt sind, in ihren Grundzügen erkannt werden, wird auch der nur bedingte Wert der vielen Rezepte ersichtlich, und alle Maßnahmen können auf viel sicherer Grundlage getroffen werden. Die hier versuchte Bearbeitung der bekannten physiologischen Tatsachen und Gesetzmäßigkeiten kann somit als Theorie für eine verbesserte Praxis aufgefaßt werden.

Das Hauptaugenmerk wurde darauf gerichtet, wesentliche Teilfragen möglichst scharf herauszuarbeiten und den Stand unseres Wissens über sie möglichst klar zur Darstellung zu bringen. So kommen auch die Lücken der Forschung am besten zum Ausdruck, und das Buch vermag vielleicht zu neuen Forschungen Anregung zu bieten.

Die Disposition des Stoffes war durch das gestellte Ziel gegeben: So sind die für den Obstpflanzler wichtigsten Lebensvorgänge, die Blütenanlage und die Fruchtbildung, in den Vordergrund gestellt. Zum besseren Verständnis dieser beiden Abschnitte ist ein kurzes Kapitel über die allgemeine Physiologie vorausgeschickt. Hierbei ergab sich auch die Gelegenheit, auf das vegetative Wachstum der Bäume und seine Abhängigkeit von Außenfaktoren einzugehen. Im vierten Hauptabschnitt werden die wichtigsten Zusammenhänge zwischen vegetativem Wachstum, Blütenanlage und Fruchtbildung erörtert und dabei besonderes Gewicht auf die Unterlagenfrage gelegt. Das Kapitel schließt mit einem kurzen Überblick über die Behandlungsweisen von Bäumen in verschiedenen Wuchs- und Fruchtbarkeitszuständen. Endlich werden noch diejenigen Fragen zusammengestellt, die sich auf die Züchtung neuer Sorten beziehen. Sie sind durch die genetischen und cytologischen Untersuchungen der letzten Jahre in ein wesentlich neues Licht gerückt worden.

Das Buch wendet sich in erster Linie an alle diejenigen, die auf dem Gebiete des Obstbaus lehrend tätig sind, an ihre Schüler und an die fortschrittlichen Obstpflanzler und Landwirte. — Es wurde trotz näheren Eingehens auf physiologische Einzelheiten auf möglichst einfache und allgemeinverständliche Darstellung gehalten.